KHAGOLA BIBARANA

OR

Astronomy in Bengali

by

NABINA CHANDRA DATTA.

"The heavens declare the glory of God; and the firmament sheweth his handywork. Day unto day uttereth speech, and night unto night sheweth knowledge." Psalms XIX.

খগোলবিবরণ।

শ্রীনবীনচন্দ্র দত্ত প্রণীত।

কলিকাতা

নিমতলা ষ্ট্রীট ৩২ সংখ্যক ভবনে

সংবাদ জ্ঞানরত্নাকর যন্ত্রে মুদ্রিত।

সন ১২৭৩ সাল।

বিজ্ঞাপন।

গবর্ণমেণ্ট সংস্থাপিত বাঙ্গালা নর্ম্মাল স্কুলের ছাত্রগণের পাঠোপযোগী খগোল বিবরণ গ্রন্থের অসদ্ভাব দেখিয়া আমি এই পুস্তক সংকলন করিতে প্রবৃত্ত হই। সংকলিত পুস্তক কোন গ্রন্থ বিশেষের অবিকল অনুবাদ নহে। নিউটনস প্রিন্‌সিপিয়া, হারসেলস এষ্ট্রনমি, মিল্‌স এষ্ট্রনমি, গাল্‌ব্রেথ এণ্ড হটনস এষ্ট্রনমি, কিথ্‌স ইউস অফ দি গেলাব প্রভৃতি গ্রন্থ হইতে সংকলিত ও অনুবাদিত হইয়াছে, এবং তত্ত্ববোধিনী পত্রিকা ও বাঙ্গালা পদার্থ বিদ্যা বিষয়ক পুস্তকাদি হইতে দুই এক স্থান পরিবর্দ্ধিত করিয়াও ইহাতে উদ্ধৃত করা গিয়াছে।

বঙ্গভাষায় বিজ্ঞানবিষয়ক শব্দের অপ্রতুলবশতঃ এই পুস্তকে অগত্যা কতকগুলিন নূতন শব্দ প্রয়োগ করিতে হইয়াছে। রচনা সমাপ্ত হইলে তাহা বিদ্যালয়ের পাঠোপযোগী হইয়াছে কিনা জানিবার জন্য সংস্কৃত কালেজের প্রিন্সিপাল শ্রীযুক্তবাবু প্রসন্নকুমার সর্ব্বাধিকারী মহাশয়ের নিকট তাহা পাঠান হয়, তিনি পরিশ্রম স্বীকারপূর্ব্বক গ্রন্থখানি আদ্যোপান্ত পাঠ করিয়া মুদ্রিত করিতে সাহস প্রদান করেন। অধুনা সেই সাহসে ভর করিয়া ইহা প্রকাশ করিতে প্রবৃত্ত হইলাম।

রচনা সহজ করিতে আমি সাধ্যানুসারে প্রয়াস পাইয়াছি কিন্তু কতদূর কৃতকার্য্য হইয়াছি বলিতে পারি না। গ্রহাদির দূরত্ব ও ব্যাস প্রভৃতি পরিমাণ দুরূহ গণিতের সাহায্য সাপেক্ষ, সুতরাং উক্ত বিষয় সকল

নিরূপণ কালে ক্ষেত্রতত্ত্ব, ত্রিকোণমিতি ও বীজগণিতের সাহায্য অবলম্বন করিতে হইয়াছে; পাঠকবৃন্দের মধ্যে যাঁহাদিগের এই সমস্ত গণিতে ব্যুৎপত্তি নাই তাঁহারা গণনাংশ বর্জ্জন করিয়া কেবল সূত্রগুলিন পাঠ করিবেন। গণনাভাগ ত্যাগ করিলে বোধ হইতেছে বাঙ্গালা বিদ্যালয়ের উচ্চ শ্রেণীর ছাত্রেরা ও অপরাপর পাঠকেরা এই পুস্তক অনায়াসে পাঠ করিতে পারিবেন।

এই পুস্তক প্রকাশ বিষয়ে আমি পরিশ্রম করিতে ত্রুটি করি নাই। এইক্ষণে উহা পাঠ করিয়া পাঠার্থীদিগের খগোলবিদ্যায় অনুরাগ জন্মিলে এবং পৃথিবীর আকার ও গত্যাদি বিষয়ক নানা ভ্রমসঙ্কুল সংস্কার দূরীকৃত হইলে শ্রম সকল জ্ঞান করিব।

এই পুস্তক মুদ্রিত হইবার সময়ে বেঙ্গল একাউন্টেন্ট আফিসের অন[illegible] বিভাগের বন্ধু শ্রীযুক্ত বাবু ঈশানচন্দ্র মুখোপাধ্যায় বিশিষ্ট অনুগ্রহ পূর্ব্বক বহুপরিশ্রম স্বীকার করিয়া উহার আদ্যোপান্ত দেখিয়া দিয়াছেন। তিনি এরূপ আয়াস স্বীকার না করিলে গ্রন্থখানি কোনমতে প্রকাশিত হইত না।

পরিশেষে বক্তব্য এই যে আমার অপটুতা ও প্রথম উদ্যমবশতঃ এই পুস্তকে যে দোষ লক্ষিত হইবে তাহা অসম্ভাবিত নহে; কিন্তু খগোল-বিদ্যা অতি দুরূহ এই বলিয়া ভরসা করি যে সহৃদয় পাঠকগণের নিকট অব্যাহতি পাইলেও পাইতে পারি।

কলিকাতা যোড়াবাগান। শ্রীনবীনচন্দ্র দত্ত

সন ১২৭৩ সাল ৩০এ ফাল্গুন।

সূচী পত্র।

জ্যোতিষিক সংক্ষিপ্ত ইতিবৃত্ত।

জ্যোতিষ শাস্ত্র যে অন্যান্য বিজ্ঞান শাস্ত্র অপেক্ষা অত্যন্ত পুরাতন তাহার অনুমাত্র সংশয় নাই, কারণ উহার কোন২ অংশ অতি প্রাচীন কাল হইতেই লোকে পরিজ্ঞাত ছিল। রজনীর নিশীথ সময়ে গগণমণ্ডলের অনুপম শোভা সন্দর্শন করিয়া আমাদের পূর্ব্ব পুরুষদিগের মন অবশ্যই মোহিত হইয়া থাকিবে এবং সেই হেতুই বোধ হয় তাঁহারা ঐ সকল দিব্য পদার্থের গতিবিধি নিরূপণ ও রাত্রি ও দিবার পরিমাণ করিবার নিমিত্ত অনুসন্ধিৎসু হইয়াছিলেন। প্রাচীন জাতিদিগের মধ্যে হিন্দু, কাল্ডীয়, মিসরীয় ও চীনেরা জ্যোতির্ব্বিদ্যার সম্যক্ আলোচনা করে, তন্মধ্যে হিন্দুরাই সর্ব্বাগ্রে ইহার বিশেষ উন্নতি সাধন করিয়াছিল; কিন্তু তাহারা ইহাকে ধর্ম্মশাস্ত্রের ন্যায় অপরিবর্ত্তসহ বিবেচনা করিয়া ইহার দোষাপনয়ন ও উৎকর্ষ সাধনের চেষ্টা না করাতে ইহা এইক্ষণে হতাদর ও বিলুপ্ত প্রায় হইয়াছে। এইরূপে ভারতবর্ষে জ্যোতিষ বিদ্যার মুকুল বিকসিত হইতে না হইতেই ক্ষয় পাইয়াছে।

এ দেশের জ্যোতিষ শাস্ত্র যে কত প্রাচীন তাহা স্থির করা যায় না। অতি প্রাচীন ধর্ম্মপুস্তক যে বেদ তন্মধ্যেও জ্যোতিষের উল্লেখ আছে। যে সকল ইউরো-

পায় পণ্ডিতেরা এপক্ষে হিন্দুদিগের প্রাধান্যের স্বীকার করেন না, তাঁহারাও নির্দ্দেশ করিয়াছেন যে খৃষ্টাব্দের ৩১০১ বৎসর পূর্ব্বে, অর্থাৎ কলির প্রারম্ভে, ভারতবর্ষীয় জ্যোতির্ব্বিদ্গণ পর্য্যবেক্ষণ করিয়া যে সকল গণনা করিয়াছিলেন তাহা অদ্যাপি রহিয়াছে, ও তাহাতে ভ্রান্তি মাত্র নাই। বেলি নামক ফরাশী দেশীয় এক ব্যক্তি জ্যোতির্ব্বিদ্ কহেন যে হিন্দুদিগের যে জ্যোতিগ্রন্থ পাঁচ হাজার বৎসর পূর্ব্বে প্রণীত হইয়াছিল তাহা অদ্যাপি প্রাপ্ত হওয়া যায়, এবং তৎপাঠে এমন প্রতীতি হয় যে এত প্রাচীন কালেও তাহারা উক্ত শাস্ত্রের বিশেষ উৎকর্ষ সাধন করিয়াছিল। কেশিনি, প্লেফেয়ার প্রভৃতি ইউরোপীয় বিখ্যাত পণ্ডিতেরা এই মতের পোষকতা করিয়াছেন এবং কেহ কেহ ইহার অপলাপও করিয়াছেন।

চতুর্দ্দশ শত বৎসরের ও অনেক পূর্ব্বে আর্য্যভট্ট পৃথিবীর গতি নিরূপণ করিয়াছিলেন তাহা ব্রহ্মগুপ্তের টীকাকার পৃথূদক স্বামি দ্বারা উদ্ধৃত নিম্ন লিখিত বচনে প্রমাণ হইতেছে।

ভপঞ্জরঃ স্থিরো ভুরে বাবৃত্যাবৃত্য প্রাতিদৈবসিকৌ
উদয়াস্তময়ৌ সম্পাদয়তি নক্ষত্র গ্রহাণাং ॥

পৃথূদক স্বামিধৃত আর্য্যভট্ট বচনং।

নক্ষত্রমণ্ডল স্থির রহিয়াছে কেবল পৃথিবীর আবৃত্তি অর্থাৎ পরিভ্রমণ দ্বারা গ্রহ নক্ষত্রের প্রাত্যহিক উদয় অস্ত হইতেছে।

সাত শত বৎসর হইল ভাস্করাচার্য্য পৃথিবীর গোলতা সপ্রমাণ করিয়া যান। দিবা এবং রাত্র ২৪ হোরায় বিভক্ত

অগ্নি পুরাণে এ প্রসঙ্গের উল্লেখ আছে, সুতরাং এ মত অত্যন্ত প্রাচীন বলিতে হইবে। বেণ্টলি নামক ইঙ্গলণ্ডীয় একজন জ্যোতির্ব্বেত্তা আমাদিগের শাস্ত্র সকলকে আধুনিক বলিয়া প্রতিপন্ন করিবার জন্য অবলম্বন করেন নাই এমন উপায়ই নাই, কিন্তু তাঁহার শেষ রচিত গ্রন্থে তিনি এরূপ নির্দ্দেশ করিয়াছেন যে প্রায় ৩২১০ বৎসর পূর্ব্বে, যৎকালে প্রাচীন গ্রীশ রাজ্যে জ্যোতিষ শাস্ত্রালোচনার কোন উল্লেখই ছিল না, হিন্দুরা চন্দ্রের সপ্তবিংশতি নক্ষত্র ভোগ নিরূপণ করিয়াছিল। ইউরোপে যে বিষয় দুই শত বৎসর মাত্র পরিজ্ঞাত হইয়াছে, ভারতবর্ষে তাহা দুই সহস্র বৎসর পূর্ব্বে প্রকাশিত ছিল।

ইদানী ইউরোপে বিজ্ঞান শাস্ত্রের বহুল প্রচার ও শ্রীবৃদ্ধি হইয়াছে বটে কিন্তু অনেক অংশে ভারতবর্ষ তাহার আকর স্থান। রোম রাজ্য ধ্বংস হওয়ার পর ইউরোপ খণ্ড অজ্ঞান অন্ধকারে আবৃত ছিল, পরে আরব দেশ হইতে বিজ্ঞান শাস্ত্র নীত হইয়া তথায় উক্ত শাস্ত্রের বিশিষ্টরূপ অনুশীলন হয়। কিন্তু আরবেরা ভারতবর্ষ এবং গ্রীশ দেশ হইতে জ্যোতিষ শাস্ত্রাদি প্রাপ্ত হয়, ভারতবর্ষীয় পণ্ডিতদিগের উপদেশ তাহারা প্রথম গ্রহণ করিয়াছিল। আরবীয় ভাষাতে 'আয়ুনুল অম্বা কি তবক্কাতুল্ অত্বা' নামক যে গ্রন্থ ন্যূনাধিক ৬২৫ বৎসর হইল প্রস্তুত হইয়াছে, তাহাতে লিখিত আছে যে ভারতবর্ষীয় পণ্ডিতেরা আরবের অধিপতি বোগ্দাদের রাজ সভাতে গমনপূর্ব্বক জ্যোতিষ ও অন্যান্য বিদ্যার শিক্ষাপ্রদান করিয়াছিলেন। কঙ্ক নামক এক জন পণ্ডিত ৬৯৪।৯৫ শকে অল্মনসুর বাদসাহের সভাতে উপস্থিত হইয়াছিলেন। তিনি জ্যোতিষশাস্ত্রে ও অন্যান্য

বিদ্যায় অতি সুপণ্ডিত বলিয়া বিখ্যাত ছিলেন। তিনি যে সকল গ্রন্থ সঙ্গে করিয়া লইয়া গিয়াছিলেন, তাহার মধ্যে এক গ্রন্থ বৃহৎ সিন্দহিন্দ বলিয়া খ্যাত হইয়াছে। কেহ কেহ ইহাকে সংস্কৃত ব্রহ্মসিদ্ধান্ত এবং কেহবা বরাহমিহির কৃত বৃহৎ সংহিতা বলিয়া উক্ত করেন। আরবেরা 'বাখর' বলিয়া আর এক পণ্ডিতের উল্লেখ করে; ইহাকে অনেকে ভাংকর অর্থাৎ ভাস্কর আচার্য্য বলিয়া অনুমান করেন। আরব দেশীয় প্রাচীন গ্রন্থ কর্ত্তারা কহেন যে ৬১৪। ১৫ শকে খলিফ আলমানসুরের অধিকার কালে তত্রত্য পণ্ডিতেরা সংস্কৃত ভাষায় তিন প্রকার জ্যোতিষের কথা শ্রুত হন, তন্মধ্যে তাহারা এক প্রকারই শিক্ষা করেন, অপর দুই প্রকারের নামমাত্র শ্রবণ করিয়াছিলেন। এই দুই প্রকার জ্যোতিষের মধ্যে এক প্রকারের নাম আর্জবহর বা আর্জভর। এই আর্য্যভর অবশ্য আর্য্যভট্ট তাহার সংশয় নাই। অনন্তর আলমানসুর ও তাহার পর আর কতিপয় রাজার রাজ্যাবসানে হারুন্ অলরশীদের রাজত্ব সময়ে আরবীয়েরা গ্রীশ দেশীয় জ্যোতির্ব্বিদ্যা প্রথম সংগ্রহ করে, এবং আল্‌মেজিষ্ট নামক গ্রীক ভাষার গ্রন্থ আরবীতে অনুবাদিত করে। অতএব আরব দেশীয় পণ্ডিতেরা প্রথমে ভারতবর্ষ তদনন্তর গ্রীশ দেশ হইতে জ্যোতির্ব্বিদ্যা প্রাপ্ত হইয়াছিল। সুতরাং হিন্দুরা যে বিশুদ্ধ জ্যোতিষ তন্ত্রের সৃষ্টিকর্ত্তা তাহার সন্দেহ নাই।

অপর গ্রীশদেশে যখন বিদ্যালোচনার সূত্রপাত হয় নাই, তখন এদেশে বিদ্যানুশীলনের যত দূর উন্নতি হইবার সম্ভাবনা তাহা হইয়া ক্রমশঃ হ্রাস হইয়া আসিতেছিল। এখানে বিদ্যাচর্চ্চার হ্রাস হইবার বহুকাল পরে

পিথাগোরস প্রভৃতি গ্রীশদেশীয় পণ্ডিতগণ হিন্দুশাস্ত্রের মর্ম্মজ্ঞানে যত্নবান হইয়াছিলেন, এবং সিকন্দর মহাবীরের সমভিব্যাহারী সেনানিগণ ব্রাহ্মণদিগের শাস্ত্র বিষয়ক সিদ্ধান্ত অবগত হইয়াছিলেন, তৎকালে ভারতবর্ষের সৌভাগ্য-ভানু অস্তপ্রায় হইয়াছিল, এবং জ্ঞানালোচনার প্রাচুর্য্য ছিল না; তথাপি যাহা ছিল, তাহা তৎকালে আর কুত্রাপি ছিল না।

ঐ সময়ে গ্রীশ দেশের লোকদিগের এরূপ সংস্কার ছিল যে পৃথিবী অচল পদার্থ, এবং সূর্য্যাদি ইহার চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করে। পরে মহাধীসম্পন্ন পিথাগোরস, এনেক্সিমেণ্ডর প্রভৃতি তদ্দেশীয় কয়েক জন পণ্ডিত ভারতবর্ষীয় পণ্ডিতগণের বিশুদ্ধ সিদ্ধান্ত অবগত হইয়া তাহা স্বদেশে প্রচার করেন। সাধারণ মতের সহিত ঐ সিদ্ধান্তের বিসম্বাদিতা প্রযুক্ত তৎকালে উহা বদ্ধমূল হইতে পারে নাই। অনন্তর খৃষ্টাব্দের ষোড়শ শতাব্দীতে ইটালী দেশবাসী কোপার্নিকস নামক এক পণ্ডিত ঐ বিষয় পুনরান্দোলন করেন এবং অনেক পর্য্যালোচনার পর বিরুদ্ধ মতাবলম্বিদিগের হস্তে নানাপ্রকার ক্লেশ পাইয়া ঐ মত বদ্ধ মূল করেন। তাঁহার পর গালিলিও প্রভৃতি আর কয়েক জন পণ্ডিতের প্রযত্নে তাহা আরো দৃঢ়তর হয়। সংপ্রতি ঐ মত ইউরোপে অভিনব সিদ্ধান্ত বলিয়া প্রচারিত ও সমাদৃত হইতেছে। বস্তুতঃ হিন্দুদিগের সিদ্ধান্ত প্রস্রবণ গ্রীশদেশ দিয়া অন্তঃসলিল-প্রবাহে বাহিত হইয়া ইউরোপে প্রকট বেগবতী নদী হইয়াছে। এবং সেই অতি প্রাচীন সিদ্ধান্ত এক্ষণে ইউরোপ খণ্ডে কোপার্নিকসের সিদ্ধান্ত বলিয়া প্রচলিত হইতেছে।

অস্মদ্দেশীয় জ্যোতিষ শাস্ত্র দুই প্রকার, যথা- সিদ্ধান্ত জ্যোতিষ এবং ফলিত জ্যোতিষ। যদ্দ্বারা গ্রহ চন্দ্রাদির গতি বিধি প্রভৃতির জ্ঞানলাভ হয়, তাহার নাম সিদ্ধান্ত; আর যদ্দ্বারা গ্রহাদির স্থিতি গতি অনুসারে মনুষ্যের ধন সন্তান রোগাদি বিষয় ভদ্রাভদ্র ফল গণনা করা যায়, তাহার নাম ফলিত। এদেশীয় কতকগুলি লোকের এই সংস্কার আছে যে, পৃথিবী দর্পণের ন্যায় সমভূমি, ত্রিকোণাকৃতি এবং নাগপৃষ্ঠ কূর্ম্ম পৃষ্ঠ প্রভৃতি নানা আধারোপরি অবস্থিত; এসংস্কার পুরাণাদির কল্পনা হইতে উৎপন্ন হইয়াছে। প্রকৃত জ্যোতিষ শাস্ত্রে এই নির্ণীত আছে যে, পৃথিবী গোলাকার পিণ্ডের ন্যায়, এবং নিরাধার শূন্যেতে স্থিতি করিতেছে। ভাস্করাচার্য্য কৃত গোলাধ্যায় পাঠ করিলে ইহা সপ্রমাণ হইবে। গ্রহণাদি নৈসর্গিক ঘটনা সকল গণনা বিষয়ে এদেশের জ্যোতির্ব্বেত্তাদিগের বিলক্ষণ নৈপুণ্য ছিল, কিন্তু কোন২ বিষয়ে তাহা-দিগের মত ভ্রান্তি সঙ্কুল ও অপরিস্ফুট ছিল, যাহা হউক তাহাদিগের এমন অভিমান ছিল না যে জ্যোতিষ সম্বন্ধীয় যাবতীয় জ্ঞাতব্য বিষয় তাহাদিগের দ্বারা আবিষ্কৃত ও পরিজ্ঞাত হইয়াছে। ভাস্করাচার্য্য তাহার প্রমাণ স্থল; তিনি স্পষ্টাক্ষরে বলিয়া গিয়াছেন যে জ্যোতির্ব্বিদ্যার সম্পূর্ণ জ্ঞান লাভের এখনও অনেক বিলম্ব আছে। অতএব এই সমস্ত বিষয় আলোচনা করিলে ভারতবর্ষের শ্রেষ্ঠত্বের কখনই অপ-লাপ করা যায় না।

ইউরোপীয় পণ্ডিতগণ জ্যোতির্ব্বিদ্যার ইতিবৃত্ত বিষয়ে যাহা বর্ণনা করিয়া গিয়াছেন তাহার স্থূলমর্ম্ম নিম্নে লেখা

যাইতেছে। তাঁহারা কহেন যে, কাল্‌ডীয় জাতিরা সর্ব্বাগ্রে খগোল বিদ্যার আলোচনা করে। ইব্রাহিম কাল্‌ডিয়া হইতে উক্ত বিদ্যা লইয়া গিয়া মিসর দেশে প্রথম প্রচার করেন। মিসরদেশ হইতে গ্রীকেরা খগোল বিদ্যার স্বাদ প্রাপ্ত হয়। গ্রীকদিগের মধ্যে থেলশ, আনাক্সাগোরস্‌, আনাক্সীমানণ্ডর পিথাগোরস ও আরিশটার্কশ জ্যোতির্বিদ্যার সমধিক চর্চ্চা করেন। পিথাগোরস খৃষ্টাব্দের পাঁচশত বৎসর পূর্ব্বে জন্মগ্রহণ করেন; তিনি স্থির করেন যে, সূর্য্য সমুদায় বিশ্বের কেন্দ্রভুত; পৃথিবী গোলাকার ও সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে। শুক্র গ্রহকে আমরা প্রাতঃকালে ও সন্ধ্যার সময় দেখিতে পাই; চন্দ্র নিজে জ্যোতির্ম্ময় নহে; কেবল সূর্য্য কিরণের অনুপ্রবেশ হেতু তাহাকে আলোকময় দেখায়; অন্যান্য নক্ষত্রগণ এক২ জগৎ এবং ধূমকেতুগণ এক২ ভ্রাম্যমান নক্ষত্র। কিন্তু তাঁহার এই কথা তৎকালে কোন লোকে বিশ্বাস করে নাই। এই মত খৃঃ পঞ্চদশ শতাব্দীতে কোপার্নিকস পুনরুদ্ভাবিত করেন।

পিথাগোরাসের পর হিপার্কস জ্যোতির্ব্বিদ্যার আলোচনা করেন। তিনি একশত চত্বারিংশৎ পূঃ খৃঃ অব্দে বিথিনি প্রদেশে নাইস নগরে জন্মগ্রহণ করেন। এই রূপ প্রবাদ আছে যে, তিনি নভোমণ্ডলে একটী অদৃষ্ট পূর্ব্ব তারকা দর্শন করিয়া সমুদায় নক্ষত্রগণের সংখ্যা নির্ণয় করিতে চেষ্টা করেন। তাঁহার এইরূপ অধ্যবসায়ের তাৎপর্য্য এই যে ভাবি খগোলবেত্তারা জ্যোতিষ্কমণ্ডলীর মধ্যে কোন পরিবর্ত্তন হইতেছে কি না তাহা নিরূপণ করিতে পারিবেন।

প্রাচীন জ্যোতির্ব্বিদ্গণের মধ্যে কেবল টলেমির গ্রন্থ অদ্যাপি প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইনি ৬১ খৃঃঅব্দে মিসরদেশের পিল্‌শিয়ম নগরে জন্মগ্রহণ করেন; এবং আলমেজিষ্ট নামক যে গ্রন্থের আমরা উল্লেখ করিয়াছি তাহা ইঁহার দ্বারাই প্রণীত হয়। জ্যোতিষ শাস্ত্র বিষয়ক যে সমস্ত মত এই গ্রন্থে উল্লিখিত আছে তৎসমুদায় যে টলেমি কর্ত্তৃক উদ্ভাবিত হইয়াছে এমত নহে; হিপারকস,এরিস্‌টিলশ,টিমোকেরিস ও বেবিলোনীয়দিগের মতের বিলুপ্তাবশিষ্ট যাহা আছে তাহা কেবল এই পুস্তকে পাওয়া যায়। টলেমি যে মতের পোষকতা করেন তাহা এই; পৃথিবী অপরিচ্ছিন্ন বিশ্বের কেন্দ্রভুত ও অচল; এবং চন্দ্র, বুধ, শুক্র, সূর্য্য, মঙ্গল, বৃহস্পতি এবং শনৈশ্চর এই কয় গ্রহ পর্য্যায়ক্রমে তাহাকে বেষ্টন করিয়া পরিভ্রমণ করিতেছে। এই সপ্ত গ্রহ মণ্ডলের পর রাশিচক্র; রাশিচক্র দ্বাদশ অংশে বিভক্ত এবং তাহার প্রত্যেক অংশ ৩০ অংশ করিয়া বিভাজিত হইয়া সমুদায়ে রাশিচক্রের ৩৬০ অংশ হইয়াছে। এই রাশিচক্রের মধ্যস্থানে পৃথিবী অচলরূপে অবস্থান করিতেছে। এবং পৃথিবীকে সমস্ত গ্রহ ও স্থিরতারকা সমূহ ২৪ হোরায় এক২ বার পরিভ্রমণ করিতেছে। তিনি অনুমান করিয়াছিলেন যে গ্রহগণ এক২ অতি বৃহৎ স্বচ্ছ গোলাকার বস্তু এবং তন্মধ্যে এক২ তারকা সন্নিবেশিত আছে। এবং এইমতের পোষকতায় সাইকল্‌স; ইপিসাইকল্‌স প্রভৃতি যন্ত্রের সৃষ্টি হয়। এই মত প্রমাদ-পূর্ণ হইলেও প্রায় চতুর্দ্দশ শত বৎসর সমাদৃত হইয়া আসিয়াছিল। আরবীয়দিগের মধ্যে আল্‌মানসার ও অল্‌মানন; তারতার রাজপুত্র আলুবেগ; স্পেনদেশীয় অনেক আরব আল্‌হাজান; কাষ্টীল প্রদেশের রাজা ১০ ম আল্‌ফন্সো;

রজার বেকন এবং আরং যে কতিপয় ব্যক্তি এই সময়ে জ্যোতির্ব্বিদ্যার সম্যক্ আলোচনা করিয়াছিলেন; তাঁহারাও টলেমির মতের পোষকতা করিয়াছিলেন।

খৃঃ ষোড়শ শতাব্দীর প্রারম্ভে প্রুশিয়া দেশীয় কোপার্নিকস নামক এক জন প্রসিদ্ধ পণ্ডিত টলেমির প্রমাদপূর্ণ ও অনৈসর্গিক মতের দোষোল্লাস করিয়া এই অভিনব তত্ত্ব উদ্ভাবন করেন যে, সূর্য্য রাশিচক্রের মধ্যবর্ত্তী, এবং সূর্য্যকে অপরাপর গ্রহগণ ও পৃথিবী পরিভ্রমণ করিয়া থাকে। এই মত প্রচার করায় কোপার্নিকস বহুলোকের বিরাগভাজন হইয়াছিলেন; বিশেষতঃ বাইবেলে কোন কোন স্থানে পৃথিবী অচল ও স্তম্ভোপরি অবস্থিত এবং সূর্য্য সচল ইত্যাকার বর্ণিত থাকাতে, যাহারা পৃথিবীকে গোলাকার ও সচল বলিত ধর্ম্মাধ্যক্ষগণ (পোপ্স) তাহাদিগকে পাপাত্মা বলিয়া নির্দ্দেশ করিতেন। ইউরোপ খণ্ডে যে পর্য্যন্ত ঐ পোপদিগের প্রাদুর্ভাব ছিল, তদবধি মেদিনীর শূন্যে স্থিতি বা সচলতার কথা মহা মহা পণ্ডিতগণও উল্লেখ করিতে সাহস করিতেন না।

কোপার্নিকস যে রূপে এই মত উদ্ভাবন করেন তাহা নিম্নে লেখা যাইতেছে। তিনি দেখিলেন যে বুধ ও শুক্র গ্রহ কখন সূর্য্যের নিকটবর্ত্তী কখন বা দূরবর্ত্তী হয়, কিন্তু শুক্র গ্রহ সূর্য্য হইতে ৪৭ অংশ এবং বুধ গ্রহ ২৮ অংশের অধিক দূরে কখনই যায় না। এই গণনা টলেমির মতের সহিত সঙ্গত হয় না। যদি গ্রহগণ পৃথিবীকে বেষ্টন করিত, তাহা হইলে বুধ ও শুক্রের সূর্য্য হইতে দূরত্ব ২৮ ও ৪৭ অংশ অপেক্ষা অধিক হইত সন্দেহ নাই; যেহেতু এই কয় গ্রহের মধ্যে পৃথিবী সূর্য্য হইতে

অধিক দূরে অবস্থিত। সূর্য্যের অব্যবহিত পরে এবং বুধ ও শুক্রের অগ্রে, অর্থাৎ একদিগে সূর্য্য ও অপর দিগে বুধ ও শুক্র, এইরূপ মধ্যস্থল পৃথিবী অবলম্বন না করিলে বুধ ও শুক্রের পৃথিবীকে বেষ্টন করা ও সূর্য্য হইতে ২৮ ও ৪৭ অংশের অধিক দূরে না যাওয়া কোন ক্রমেই ঘটে না; কিন্তু সূর্য্য ও বুধ শুক্র সম্বন্ধে পৃথিবীর আকাশ মণ্ডলে অবস্থান বিষয়ে কোন সন্দেহ নাই; প্রথম সূর্য্য, তদনন্তর বুধ, তদনন্তর শুক্র ও তৎপরে পৃথিবী অবস্থিতি করিতেছে; সুতরাং গ্রহাদির পৃথিবী বেষ্টন করিয়া পরিভ্রমণ করা যুক্তিযুক্ত হয় না; একারণ কোপার্নিকস কহেন যে সূর্য্য গ্রহাদির মধ্যস্থলে স্থিত এবং অচল; এই সূর্য্যকে বুধ পরিভ্রমণ করে; বুধের গমনীয় পথের পর শুক্র গমন করিয়া থাকে; শুক্রের পর পৃথিবী; পৃথিবীর পর মঙ্গল; মঙ্গলের পর বৃহস্পতি এবং বৃহস্পতির পর শনৈশ্চর।

সাধারণে কোপার্নিকসের এই মত গ্রাহ্য করে নাই। পরে টাইকোব্রেহি নামক এক জন বিখ্যাত খগোলবেত্তা টলেমি ও কোপার্নিকসের দুই মত রক্ষা করিবার নিমিত্ত এই স্থির করেন যে, মঙ্গল, বুধ, বৃহস্পতি, শুক্র, শনৈশ্চর এই পঞ্চ গ্রহ সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করিয়া থাকে; এবং সূর্য্য পঞ্চ গ্রহ সমভিব্যাহারে পৃথিবীকে পরিভ্রমণ করে।

এই মত প্রকাশ হইবার প্রায় ৬০ কি ৭০ বৎসর পরে ফ্লোরেন্স দেশবাসী গালিলিও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সৃষ্টি করিয়া সেই যন্ত্র দ্বারা নভোমণ্ডলে প্রত্যক্ষ করিয়া দেখিলেন যে, কোপার্নিকস পূর্ব্ব পণ্ডিতদিগের মত খণ্ডন পূর্ব্বক জ্যোতিশ্চক্র সম্বন্ধীয় যে সমস্ত অভিনব তত্ত্ব উদ্ভাবন করিয়া প্রচার করিয়া গিয়াছিলেন তাহাই যথার্থ, এবং অসীম আকাশপথে

যে অসংখ্য পিণ্ডনিচয়প্রবলবেগে পরিভ্রমণ করিতেছে তাহাদিগের আকার ও আয়তন এই যন্ত্র সহকারে নির্ণয় করিয়া তিনি সাধারণের গোচরে প্রকাশ করিতে লাগিলেন। তিনি দূরবীক্ষণ সহযোগে নভোমণ্ডল প্রত্যক্ষ করিয়া এই আবিষ্কার করিলেন যে, বৃহস্পতির চতুর্দ্দিকে উপগ্রহ মণ্ডল পরিভ্রমণ করিতেছে; চন্দ্রের ন্যায় শুক্রেরও সময়ে সময়ে হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে; সূর্য্য স্বস্থানে অবস্থান পূর্ব্বক চক্রের ন্যায় নিয়ত ঘূর্ণিত হইতেছে; ছায়াপথ আর কিছুই নহে কেবল অসঙ্খ্য নক্ষত্র বৃন্দ দূরে অবস্থিত বলিয়া ঐ রূপ প্রতীয়মান হয়; এবং শনৈশ্চরের নিকট দুই অদ্ভুত পদার্থের উপলব্ধি হয় তাহাদের কি রূপ আকার তিনি তখন অনুভব করিতে পারেন নাই, কিন্তু অনুমান করিয়াছিলেন যে গোলাকার হইবেক। প্রায় ৪৮ বৎসর পরে হিউজিন্স নামে হলণ্ডবাসী কোন জ্যোতির্ব্বেত্তা গালিলিওর অপেক্ষা বৃহত্তর দূরবীক্ষণ সহকারে প্রত্যক্ষ করেন যে, ঐ দুই পদার্থ অঙ্গুরীয়ের ন্যায় এবং নিয়ত শনৈশ্চর গ্রহকে বেষ্টন করিয়া পরিভ্রমণ করিতেছে। কিছু দিন পরে কাসিনি নামে ফ্রান্সবাসী কোন জ্যোতির্ব্বেত্তা শনৈশ্চরের ১ম, ২য়, ৩য় ও ৫ম উপগ্রহ আবিষ্কার করেন, এবং মঙ্গল ও শুক্রের আবর্ত্তন সময় নিরূপণ করেন।

খৃঃ ১৬৬৬ বৎসরে কেম্ব্রিজ নগরে মহা মারীভয় উপস্থিত হওয়াতে মহোদয় নিউটন স্বাস্থ্য রক্ষার নিমিত্ত নগর পরিত্যাগ করিয়া কোন পল্লিগ্রামে গমন করেন, তখন তাঁহার বয়ঃক্রম চতুর্ব্বিংশতি বর্ষ। তিনি একদা কোন উদ্যানে বসিয়া আছেন এমন সময়ে একটী বৃক্ষ হইতে আত্র ফল পতিত হইল দেখিয়া চিন্তা করিতে লাগিলেন, যে পার্থিব

সমুদায় পদার্থ অন্যত্র বিচলিত না হইয়া যে কেবল ভূতলেই পতিত হয় ইহার কারণ পৃথিবীর আকর্ষণ ব্যতীত আর কিছুই নহে, এবং যত দূরে অবস্থিত হউক না কেন কোন পদার্থই এই আকর্ষণের পথ অতিক্রম করিতে পারে না; চন্দ্রমণ্ডল এত দূরবর্ত্তী হইলেও এই আকর্ষণে আকৃষ্ট হইয়া নির্দ্দিষ্ট পথে পরিভ্রমণ করিতেছে, নচেৎ কখনই ইহার পথের স্থিরতা থাকিত না। এইরূপ সিদ্ধান্ত সকল সঙ্কলন পূর্ব্বক ১৬৮৭ খৃঃ অঃ 'প্রিন্সিপিয়া' নামে এক পুস্তক প্রকাশ করেন, ঐ পুস্তক এমৎ উৎকৃষ্ট যে তাহার প্রণয়ন নিবন্ধন নিউটনের নামে চিরস্থায়ী হইয়াছে।

নিউটনের সময়ে ডাক্তর হুক, ফ্লামষ্টিড, হালি, ব্রাডলি, রোমার, রিচার, পিকার্ড, মুরাল্‌ডি এবং অন্যান্য কতিপয় জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিতগণ ইউরোপে বিদ্যমান ছিলেন। গ্রীন্‌উইচের পর্য্যবেক্ষণিকাতে জ্যোতিঃশাস্ত্রের উন্নতি সাধনের নিমিত্ত যাবতীয় পণ্ডিত নিযুক্ত ছিলেন তন্মধ্যে ফ্লামষ্টিড সর্ব্বপ্রধান ছিলেন, এবং পঞ্চাশৎ বৎসর জ্যোতিঃ পদার্থের অনুশীলনে ক্ষেপণ করিয়াছিলেন। তিনি নক্ষত্র মণ্ডলের পরিচয়ের নিমিত্ত এক খানি পুস্তক রচনা করিয়াছিলেন, তাহাতে অন্যূন তিন সহস্র নক্ষত্রের সরল উত্থান, দ্রাঘিমা, মেরু অন্তর ও দৃশ্যমান আকৃতির বিষয় লিখিত ছিল।

অষ্টাদশ শতাব্দীর প্রারম্ভ হইতে মহাত্মা হর্শেলের জন্ম পর্য্যন্ত যা কিছু আবিষ্কার হইয়াছিল সে অতি যৎসামান্য কিছুই নয় বলিলেই হয়। ১৭৩৮ খৃঃ অঃ মহানুভব হর্শেল জন্ম গ্রহণ করিয়া নানাবিধ অভিনব কল্যাণকর আবিষ্ক্রিয়া ও অতর্কিতচর বহুতর নিপুণ প্রগাঢ় কল্পনা দ্বারা জ্যোতির্ব্বিদ্যার বিশিষ্ট রূপ শ্রীবৃদ্ধি সম্পাদন করেন। ১৭৮১

খৃঃ অব্দের মার্চ্চ মাসের ত্রয়োদশ দিবসে হর্শেল শনৈশ্চরের ভ্রমণ চক্রের অনতিদূরে অন্য এক গ্রহের আবিষ্কার করেন; তৎকালে তৃতীয় জর্জ্জ ইংলণ্ডের অধীশ্বর ছিলেন। হর্শেল তাঁহার মর্য্যাদা বর্দ্ধন করিবার নিমিত্ত তদীয় নামানুসারে স্বাবিষ্কৃত নক্ষত্রের নাম জর্জিয়ম সাইডস রাখেন এইক্ষণে সাধারণে উহাকে য়ুরেনস কহিয়া থাকে। তদনন্তর হর্শেল ক্রমে ক্রমে স্বাবিষ্কৃত নূতন গ্রহের ছয় পারিপার্শ্বিক প্রকাশ করেন। তিনি এতদ্ব্যতিরিক্ত ১৭৮৯ খৃঃ অব্দে স্বহস্ত-বিনির্ম্মিত এক অতি বৃহৎ দূরবীক্ষণ দ্বারা শনৈশ্চরের ষষ্ঠ ও সপ্তম পারিপার্শ্বিক আবিষ্কার করেন। তাঁহার কিছু দিন পরে তদীয় পুত্র জে. হর্শেল পিতার ন্যায় অপ্রতিহত অধ্যবসায় সহকারে নভোমণ্ডলের তত্ত্বানুসন্ধানে প্রবৃত্ত হন। তিনি ও সার জে. সাউথ উভয়ে ঐকমত্য অবলম্বন পূর্ব্বক তিন শত অশীতি যুগল নক্ষত্রের আবিষ্কার করেন ও তাহারা পৃথিবী হইতে কত দূর, তাহাদিগের উদয়স্থান কোথায় ইত্যাদি বিষয় বর্ণনা করিয়া এক পুস্তক মুদ্রিত করেন। অনন্তর সার জে. হর্শেল স্বয়ং ৩,৩০০ যুগল নক্ষত্রের আবিষ্কার করিয়া অন্য এক পুস্তক মুদ্রিত করেন। পরে নভোমণ্ডলের দক্ষিণ প্রদেশস্থ নক্ষত্র সমূহের পরিচয়ের নিমিত্ত তিনি উত্তমাশা অন্তরীপে গমন করিয়া অনেকানেক অভিনব জ্যোতিষ্কের আবিষ্কার করিয়াছিলেন। ১৮০১ খৃঃ অব্দের জানুয়ারি মাসের ১ম দিবসে মশুর পিয়াজী নামে শিশিলী দেশীয় এক জন জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিত মঙ্গল ও বৃহস্পতির কক্ষের মধ্যস্থানে এক ক্ষুদ্র গ্রহের আবিষ্কার করেন তাহার নাম শিরিশ। ১৮০২ খৃঃ অব্দের মার্চ্চ মাসের অষ্টাবিংশতি দিবসে ব্রিমেন দেশীয় জ্যোতির্ব্বিদ

ডাক্তর আলবার্শ এক গ্রহের আবিক্রিয়া করিয়া পেলাস নাম প্রদান করেন। ১৮০৪ খৃঃ অব্দের সেপটেম্বর মাসের ১ম দিবসে লিলিয়ানথল দেশীয় মিষ্টার হার্ডিং এক গ্রহের আবিষ্কার করিয়া জুনো নাম প্রদান করেন; এই গ্রহের ভ্রমণ চক্রের যেরূপ কেন্দ্র বিভিন্নতা ও অবনতি সেরূপ আর কোন গ্রহের প্রায় নাই। ১৮০৭ খৃঃ অব্দের মার্চ্চ মাসের ষড়্বিংশতি দিবসে ডাক্তর অলবর্স অন্য এক গ্রহ আবিষ্কৃত করিয়া ভেষ্টা নাম প্রদান করেন। এবং ১৮৪৫ খৃ অব্দের ডিসেম্বর মাসের অষ্টম দিবসে মিষ্টার হেঙ্ক আষ্ট্রীয়া নামে আর এক গ্রহের আবিক্রিয়া করেন। এইরূপে ক্রমশঃ অনেক গুলিন সামান্য গ্রহের আবিষ্কার হইয়াছে।

এক্ষণে যে মহোদয়গণ জ্যোতির্ব্বিদ্যার উন্নতি সাধনে তৎপর হইয়া অভিনব তত্ত্ব উদ্ভাবনার্থ সমুৎসুকচিত্তে দিন যামিনী যাপন করিতেছেন তাঁহাদিগেরও যত্নে অশেষবিধ আবিক্রিয়া সাধিত হইবেক সন্দেহ নাই। সাউথ, হর্শেল, এয়ারি, স্মিথ, রবিন্‌সন, আরল অফ রোজ, স্কমাচার, ষ্ট্রুভ, হার্ডিং, বারশেল, আরাগো ইদানী ইহারাই প্রসিদ্ধ জ্যোতির্ব্বেত্তা। অপিচ অরল অফ রোজ মহোদয় সংপ্রতি যে বৃহত্তর অধিক শক্তিক অত্যুৎকৃষ্ট দূরবীক্ষণ নির্ম্মাণ করিয়াছেন, বোধ হয় তাহার সাহায্যে তিনি অশেষবিধ অভিনব আবিক্রিয়া সাধন করিয়া জ্যোতির্ম্ময় নভোমণ্ডলের শোভা সৌন্দর্য্য মানবগণের নুগোচর করিবেন। অন্যান্য দূরবীক্ষণ প্রয়োগ করিয়া দেখিলে যে সমস্ত জ্যোতিষ্ক দৃশ্য হইত না, রোজের দূরবীক্ষণের প্রভাবে তাহার অনেকেই দৃষ্টিপথে পতিত হইতেছে। এই দূরবীক্ষণের প্রভাবে তিনি আকাশ মণ্ডলে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র

কৃষ্ণবর্ণ বিন্দু লক্ষ্য করিয়া সিদ্ধান্ত করিয়াছেন, যে দূরতর প্রদেশে অসংখ্য নক্ষত্র নিচয় পরস্পরে এরূপ ভাবে সংস্থাপিত আছে, যে তাহাদিগের ব্যবধান স্থান ঐ রূপ কৃষ্ণবর্ণ বিন্দু বলিয়া প্রতীয়মান হইয়া থাকে।

মানবগণের প্রযত্নে জ্যোতির্ব্বিদ্যার যে আর কত দূর উন্নতি সাধন হইতে পারে তাহা এক্ষণে নির্ণয় করা আমাদিগের সাধ্যাতীত। দিন দিন জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিতগণের সংখ্যা বৃদ্ধি হইতেছে এবং দূরবীক্ষণ যন্ত্রের উন্নতি হইতেছে, কেহ বলিতে পারে না যে, এক্ষণে যে সমস্ত জ্যোতিষ্ক মানবগণের দৃষ্টিপথের বহির্ভূত হইয়া রহিয়াছে, তাহা কোন কালেও আবিষ্কৃত হইবেক না। এই অসীম আকাশ মণ্ডলের যে সমস্ত প্রদেশ এক্ষণে পরিদৃশ্যমান নহে, হয়ত, ভবিষ্যতে মানবগণ দূরবীক্ষণের উন্নতি বিধান করিয়া বিশ্বব্যাপারের সেই অতি দূরতর প্রদেশ পর্য্যন্ত অবলোকন পূর্ব্বক সহস্র২ অদৃষ্টচর অশ্রুতপূর্ব্ব আশ্চর্য্য পদার্থের আবিষ্ক্রিয়া করিতে পারিবেন। এইরূপে মানবগণের সাধ্যানুসারে যাহা প্রকাশিত হওয়া সম্ভব তৎ সমুদায় প্রকাশিত হইলেও, সর্ব্বশক্তিমান জগদীশ্বরের বিশ্বকার্য্য এত বিশাল ও অপরিসীম, যে তাহার সহস্রাংশের একাংশ মাত্র আবিষ্কৃত হইয়াছে এরূপ নির্দ্দেশ করিলেও, আমাদিগকে ঘোরতর অপরাধে নিপতিত হইতে হইবে।

খগোল বিবরণ।

প্রথম অধ্যায়।

সূর্য্য, চন্দ্র, গ্রহ, নক্ষত্র, ধূমকেতুর এক সাধারণ নাম জ্যোতির্গণ, এই জ্যোতির্গণের গতিবিধি পরিমাণাদি প্রতিপাদক বিদ্যাকে পণ্ডিতেরা জ্যোতির্ব্বিদ্যা কহেন।

সৌর জগৎ।

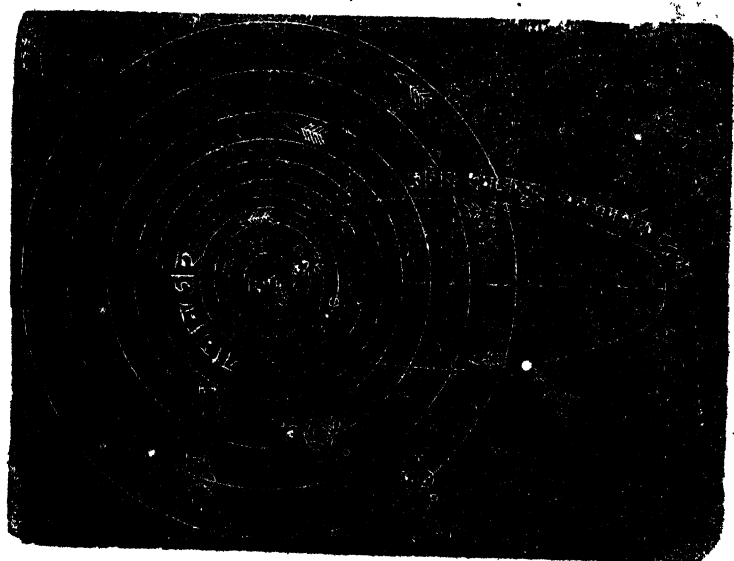
অধুনাতন ইয়ুরোপীয় জ্যোতির্ব্বিদেরা এই অখণ্ডনীয় সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, ব্রহ্মাণ্ডের যে খণ্ডে আমরা বাস করি, সূর্য্য তাহার কেন্দ্র অর্থাৎ মধ্যবর্ত্তী। আর কতক গুলিন গ্রহ উপগ্রহ ধূমকেতু তাহার চতুর্দ্দিকে নিয়ত পরিভ্রমণ করে। সূর্য্য গ্রহ মধ্যে পরিগণিত নহে; যাহারা সূর্য্যের চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করে তাহারাই গ্রহ। পৃথিবীও বুধ, শুক্র প্রভৃতি গ্রহের ন্যায় যথা নিয়মে সূর্য্যের চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করে এই নিমিত্ত উহাও গ্রহ মধ্যে পরিগণিত। আর যাহারা কোন গ্রহের চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করে তাহাদিগকে উপগ্রহ ও সেই২ গ্রহের পারিপার্শ্বিক বলে। চন্দ্র পৃথিবীর চতুর্দ্দিক পরিভ্রমণ করে, এই নিমিত্ত চন্দ্র স্বতন্ত্র গ্রহ নহে, ইহা এক উপগ্রহ, পৃথিবী গ্রহের পারিপার্শ্বিক মাত্র।

এই গ্রহ ও উপগ্রহ ব্যতীত শতাধিক ধুমকেতু অতি প্রচণ্ড বেগে সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে। সূর্য্য স্বয়ং জ্যোতিমান্, আর গ্রহ উপগ্রহ প্রভৃতি যে সমুদায় লোক সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে, তাহারা স্বয়ং জ্যোতির্ব্বিশিষ্ট নহে, সূর্য্যের আলোকপাত দ্বারা ঐ রূপ প্রতীয়মান হয়। এমন মনোহর যে চন্দ্র সেও সূর্য্যের কিরণ প্রাপ্ত না হইলে তাহার কিছু মাত্র শোভা থাকিত না।

সূর্য্য ও তাহার চতুর্দ্দিকে যে সমস্ত গ্রহ, উপগ্রহ ও ধুমকেতুগণ পরিভ্রমণ করে তৎসমুদায়কে সৌর জগৎ বলা যায়। গ্রহ গণ যেমন সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে, সূর্য্যও সেই রূপ সমুদায় গ্রহ, উপগ্রহ ও ধুমকেতুকে সমভিব্যাহারে করিয়া অন্য এক নক্ষত্রকে পরিভ্রমণ করে, এই পৃথিবী ও গ্রহগণের সম্বন্ধে যেমন সূর্য্য, সূর্য্যের সম্বন্ধে সেই নক্ষত্র ও তদ্রূপ। সমুদায় সৌরজগৎ অবিশ্রান্ত প্রচণ্ড বেগে চলিতেছে নিমেষের নিমিত্তও স্থির নহে। ইয়ুরোপীয় ইদানীন্তন জ্যোতির্ব্বিদেরা প্রায় এক প্রকার স্থির করিয়াছেন যে, যে সকল নক্ষত্রের প্রভা চঞ্চল তাহারা এক এক সূর্য্য, অর্থাৎ সূর্য্যসম এক এক জ্যোতিষ্ক, নিজে তেজোময় এবং এক এক জগতের কেন্দ্রভূত। এই অপরিচ্ছিন্ন বিশ্ব মধ্যে আমাদের এই সৌর জগতের ন্যায় কত জগৎ আছে, তাহার ইয়ত্তা করা কাহারও সাধ্য নহে, এবং উহারা সেই মঙ্গল স্বরূপ বিশ্বপাতার প্রশাসনে স্ব২ স্থানে নিয়ত কাল স্থিতি করিতেছে; কণামাত্র তাঁহার নিয়মের বহির্ভুত হইতে পারে না।

গ্রহগণের স্বরূপ বর্ণনার পূর্ব্বে গ্রহগণ কি ভাবে আছে তাহা লিখিত হইতেছে।

সৌরজগতে কত গ্রহ আছে বলা যায় না; এ পর্য্যন্ত একাশীতি গ্রহ ও ত্রয়োবিংশতি উপগ্রহ আবিষ্কৃত হইয়াছে। ১ম চিত্রক্ষেত্রে সৌরজগতের যে যৎসামান্য চিত্রময় প্রতিরূপ প্রকাশিত হইয়াছে তাহা দৃষ্টি করিলেই গ্রহগণ যে ভাবে সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করিয়া থাকে তাহা সুস্পষ্ট প্রতীত হইবে। এই ক্ষেত্রে সূ. সূর্য্য মধ্যভাগে, তদন্তে বু, বুধ গ্রহ, তদন্তে শু, শুক্র, তদন্তে পৃ, পৃথিবী ও চ, চন্দ্র। পৃথিবীর পর ম, মঙ্গল, তদন্তে প্রায় ৭০টী সামান্য গ্রহ, তদন্তে বৃ, বৃহস্পতি চারি চন্দ্র অর্থাৎ পরিপার্শ্বিক যুক্ত। তদন্তে শ, শনৈশ্চর তিন অঙ্গুরীয় ও অষ্ট চন্দ্র বিশিষ্ট, তদন্তে যু, যুরেনস অষ্ট চন্দ্রে বেষ্টিত, তদন্তে নে, নেপ্‌চুন দুই চন্দ্র বিশিষ্ট।

১ম চিত্র ক্ষেত্র

পশ্চাৎ লিখিত তালিকা দৃষ্টে অনায়াসে উপলব্ধি হইতে পারে যে, সূর্য্য সৌর জগতের কেন্দ্রভূত হইবার উপযুক্ত পদার্থ।

১ম তালিকা।

সূর্য্য ও গ্রহগণের আয়তন সমষ্টি।

গ্রহগণ।	আয়তন সমষ্টি।	ব্যাস।	গুরুত্ব।
		মাইল।	
সূর্য্য	১	৮৮২০০০	০,২৫
বুধ	১/৪৮৬৫৭৫১	৩১৪০	১,১২
শুক্র	১/৪০১৮৩৯	৭৮০০	০,৯২
পৃথিবী	১/৩৫৯৫৫১	৭৯২৬	১,০০
মঙ্গল	১/২৬৮০৩৩৭	৪১০০	০,৯৫
বৃহস্পতি	১/১০৪৭,৮৭	৮৭০০০	০,২৪
শনি	১/৩৫০১,৬	৭৯১৬০	০,১৪
য়ুরেনস	১/২৪৩০৫	৩৪৫০০	০,১৮
নেপচুন	১/১৪৪৪৬	৪১৫০০	০,২৩

এই তালিকার দ্বিতীয় স্তম্ভে সূর্য্যের আয়তনসমষ্টিকে(১)এক সংখ্যা দ্বারা নির্দ্দেশ করিয়া অন্যান্য গ্রহের আয়তনসমষ্টি সেই পরিমাণে যাহা হইতে পারে তাহাই লিখিত হইয়াছে, অর্থাৎ যদি সূর্য্যের আয়তনসমষ্টি(১)এক হয়, তাহা হইলে গ্রহগণের স্ব স্ব আয়তনসমষ্টি একের উল্লিখিত ভাগ হইতে পারে। এবং যাবতীয় গ্রহের আয়তনসমষ্টি একত্র করিলে সূর্য্যের আয়তনসমষ্টির $\frac{১}{৭৩৮}$ অংশ হইবে।

বৃহস্পতি অন্যান্য গ্রহ অপেক্ষা বৃহৎ, ইহার আয়তন-সমষ্টি সূর্য্যের আয়তনসমষ্টির $\frac{১}{১০৪৮}$ অংশ মাত্র।

এই তালিকার তৃতীয় স্তম্ভে সূর্য্য ও অন্যান্য গ্রহের ব্যাস পরিমাণ ইঙ্গরেজী মাইলে* লিখিত হইয়াছে। চতুর্থ স্তম্ভে পৃথিবীর গুরুত্ব ১ সংখ্যা দ্বারা নির্দ্দেশ করিলে সূর্য্য ও অন্যান্য গ্রহের যে গুরুত্ব হইতে পারে তাহাই লিখিত হইয়াছে।

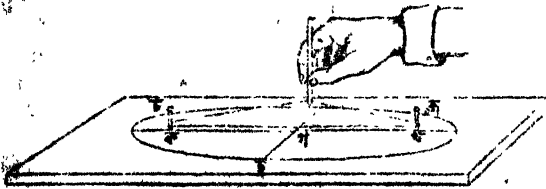
বহু দর্শন দ্বারা নিরূপিত হইয়াছে যে প্রত্যেক পরমাণুরই আকর্ষণ আছে; সুতরাং যে দ্রব্যে যত পরমাণু থাকে তাহার আকর্ষণ শক্তি তৎপরিমাণে প্রবল হয়। সূর্য্যেতে অধিক পরমাণু আছে সূর্য্য সকল গ্রহাপেক্ষা বড়। যাবতীয় গ্রহকে একত্র করিলেও সূর্য্যের ৭৩৮ ভাগের এক ভাগের অধিক হয় না;এই নিমিত্তই গ্রহগণ সূর্য্যাভিমুখে আকৃষ্ট থাকিয়া তাহারই চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করিতেছে।

*৩৫২০ হাতে এক মাইল ও ৮০০০ হাতে এক ক্রোশ। কিন্তু সচরাচর ২ মাইলে অর্থাৎ ৭০৪০ হাতে ক্রোশ ধরিয়া থাকে।

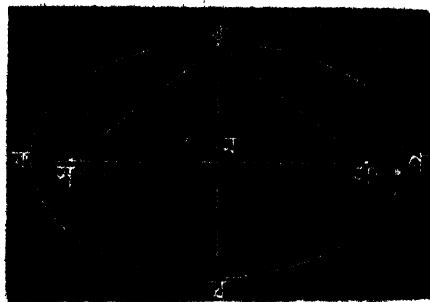
কেপ্‌লারের প্রথম ও দ্বিতীয় নিয়ম।

গ্রহ, উপগ্রহ, ধুমকেতু প্রভৃতি জ্যোতিষ্ক সমুদায় যে পথে পরিভ্রমণ করে, তাহাকে কক্ষ বলে। জ্যোতিষ্কগণ মণ্ডলাকার পথে গমন না করিয়া বৃত্তাভাস পথে পরিভ্রমণ করে।

বৃত্তাভাস নিষ্কাসন করিবার রীতি।

২য় চিত্র ক্ষেত্র

এক স্থানে পৃথক২ ক ও খ দুইটী পেরেক প্রোথিত করিয়া এই দুই পেরেকে এক খাই সুতা আলগা করিয়া বান্ধিয়া ঐ সুতায় একটী কলম জড়াইয়া ঘুরাইয়া আনিলে চ ছ জ অণ্ডাকার বৃত্ত বা বৃত্তাভাস হইবেক। বৃত্তাভাসের ব্যাস মণ্ডলাকারের ব্যাসাপেক্ষা কিছু বড় হয়। ক ও খ দুইটী অধিশ্রয়; সূর্য্য ইহার একটীতে অবস্থান করে, এবং গ্রহগণ বৃত্তাভাস পরিধিতে পরিভ্রমণ করে।

বৃত্তাভাসের সংজ্ঞা।

৩য় চিত্র ক্ষেত্র

ক খ গ ঘ নির্দ্দিষ্ট বৃত্তাভাস, স ও র্স তাহার দুইটী অধিশ্রয়। স র্স দিয়া একটী সরল রেখা অঙ্কিত হইলে এই রেখাটী বৃত্তাভাস পরিধিকে ক গ চিহ্নতে স্পর্শ করিবে। ক গ রেখার মধ্যস্থান ম হইতে সমকোণি একটী লম্ব রেখা অঙ্কিত হইলে এই রেখাটী বৃত্তাভাস পরিধিকে খ ঘ চিহ্নতে স্পর্শ করিবে। ক গ ও খ ঘ দুইটী রেখাকে গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ ব্যাস কহা যায়। ম ক গরিষ্ঠ ব্যাসার্দ্ধ আর ম খ লঘিষ্ঠ ব্যাসার্দ্ধ। ক ম ও স ম সম্বন্ধীয় নিষ্পত্তিকে কেন্দ্র বিভিন্নতা কহা যায়। পৃথিবীর এই বৃত্তাভাস পরিভ্রমণ করিতে যে সময় লাগে তাহাকে ভগণ কাল কহে।

স গ গরিষ্ঠ অন্তরকে দূর কক্ষ কহা যায় ও স ক লঘিষ্ঠ অন্তরকে নিকট কক্ষ কহা যায়। যখন কোন গ্রহ ভ্রমণ করিতে২ লঘিষ্ঠ ব্যাসের সীমায় অর্থাৎ খ বা ঘ স্থানে উপনীত হয় তখন সূর্য্য হইতে ঐ গ্রহের অন্তরকে মাধ্যান্তর কহে।

খ স ষ শ চ ছ জ ইত্যাদি (৬ঠ চিত্রক্ষেত্র) কোন গ্রহের নির্দ্দিষ্ট বৃত্তাভাস গমনীয় পথ, ঐ গ্রহ যে সময়ে খ চিহ্ন হইতে স স্থানে আইসে যদ্যপি সেই সময়ের মধ্যে স হইতে ষ স্থানে গমন করে, তাহা হইলে খ সূ স ক্ষেত্র ফল স সূ ষ ক্ষেত্র ফলের সহিত সমান হইবে। অর্থাৎ গ্রহগণ সূর্য্য বেষ্টন কালে সমক্ষেত্র ফল সমকালে নিষ্কাসন করে।

মহানুভাব কেপ্লার বহুদর্শন দ্বারা উপরি উক্ত নিয়ম দ্বয় প্রমাণ করিয়া পরিশেষে সূর্য্য হইতে গ্রহগণের মাধ্যান্তরের সহিত তাহাদের ভগণ কালের তুলনা করিয়া একটী তৃতীয় নিয়ম নিরূপণ করিয়াছেন।

পশ্চাৎ লিখিত তালিকা দ্বারা এ বিষয়ের সত্যাসত্য অনায়াসে উপলব্ধি হইতে পারে।

২য় তালিকা।

কেপ্লারের তৃতীয় নিয়ম।

গ্রহ গণ	মাধ্যান্তর	ভগণ কাল	ভগণ কাল২ / মাধ্যান্তর৩
বুধ	০.৩৮৭১০	৮৭.৯৬৯	১৩৩৪২১
শুক্র	০.৭২৩৩৩	২২৪.৭০১	১৩৩৪১৩
পৃথিবী	১.০০০০০	৩৬৫.২৫৬	১৩৩৪০৮
মঙ্গল	১.৫২৩৬৯	৬৮৬.৯৭৯	১৩৩৪১০
বৃহস্পতি	৫.২০২৭৭	৪৩৩২.৫৮৫	১৩৩২৯৪
শনি	৯.৫৩৮৭৮	১০৭৫৯.২২০	১৩৩৪০১
য়ুরেনস	১৯.১৮২৩৯	৩০৬৮৬.৮২১	১৩৩৪২২
নেপচুন	৩০.০৩৬৮০	৬০১২৬.৭১০	১৩৩৪০৫

সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অন্তর (১) এক অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দেশ করিলে তৎসম্বন্ধে অন্যান্য গ্রহের সূর্য্য হইতে যে মাধ্যান্তর হইতে পারে তাহাই এই তালিকার দ্বিতীয় স্তম্ভে লিখিত হইয়াছে। তৃতীয় স্তম্ভে প্রত্যেক গ্রহের ভগণ কালের সংখ্যা দিবসে লিখিত হইয়াছে, এবং চতুর্থ স্তম্ভে গ্রহগণের ভগণ কালের বর্গকে তাহাদের মাধ্যান্তরের ঘণ দ্বারা হরণ করিয়া যে ভাগ ফল প্রাপ্ত হওয়া যায় তাহাই লিখিত হইয়াছে।

কেপ্‌লারের নিয়ম ত্রয়ের সংক্ষিপ্ত সংজ্ঞা।

১ ম। গ্রহগণ বৃত্তাভাস পথে পরিভ্রমণ করে এবং সূর্য্য দুইটী অধিশ্রয়ের একটীতে থাকে।

২ য়। গ্রহগণ সমক্ষেত্র ফল সমান কালে নিষ্কাসন করে।

৩ য়। গ্রহগণের ভগণ কালের বর্গ তাহাদের সূর্য্য হইতে মাধ্যান্তরের ঘণর সহিত অনুপাতীয়।

গতি

এক স্থান হইতে স্থানান্তর হওয়ার নাম গতি। জড় পদার্থ নিশ্চেষ্ট, স্বয়ং এক স্থান হইতে স্থানান্তর যাইতে পারেনা, কিন্তু ইহার ও এক প্রকার গতি আছে, চালাইয়া দিলে ইহা চলিতে পারে এবং যে নিয়মে এই কার্য্য সম্পন্ন হয় অর্থাৎ জড় পদার্থ সঞ্চালিত হয় তাহা অতি অদ্ভুত, যাবতীয় বিশ্ব ব্যাপার এই নিয়মে সম্পাদিত হইয়া থাকে।

জড় পদার্থ আপনা হইতে চলিতে ও স্থির হইতে পারে না, যখন যে অবস্থায় রাখা যায়, সেই অবস্থাতেই থাকে, সুতরাং তাহার গতি উৎপাদন করিতে যেমন বলের আবশ্য-

কতা নিবারণার্থেও সেইরূপ, অর্থাৎ জড় পদার্থ মাত্রই নাড়িলে নড়ে এবং থামাইলে থামে, কিন্তু তাহারা আপনা হইতে, অর্থাৎ অপরের বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে, সচল বা স্থির হইতে পারেনা।

জড় পদার্থ অন্য পদার্থের সাহায্য ব্যতিরেকে কখনই নড়িতে পারেনা ইহা সহজেই প্রতীত হইতে পারে, কিন্তু কোন জড় পদার্থ কোন প্রকার বলের দ্বারা সঞ্চালিত হইলে যে সেই চালিত অবস্থায় চিরকালই থাকিবে, ইহার ভাব গ্রহ করিতে পারা কঠিন। কেহ একটী ঢিল হাতে করিয়া ছুঁড়িয়া ফেলিলে, সেটী কিছু ক্ষণের নিমিত্ত গমনশীল থাকে, কিন্তু তাহার পর ভূমিতে পড়িয়া গিয়া পুর্ব্ববৎ স্থির ভাব প্রাপ্ত হয়। বল প্রয়োগ বশতঃ কোন বস্তু সচল বা অস্থির হইলে যে পুনর্ব্বার তাহা স্থির হয় তাহার কারণ তিন প্রকার, যথা—অপেক্ষাকৃত গুরুতর বস্তুর আকর্ষণ, বায়ুর দ্বারা অবরোধ, এবং অন্য বস্তুর সহিত ঘর্ষণ।

গুরুত্বের মর্ম্ম এই যে উহা যে পদার্থে থাকে সেই পদার্থ লঘুতর বস্তুকে আকর্ষণ করিয়া আপনার নিকট আনয়ন করে। পৃথিবীস্থ তাবৎ বস্তুই পৃথিবীর অপেক্ষা লঘুতর, এবং তৎকর্ত্তৃক আকৃষ্ট হয়; কিন্তু ঐ সমস্ত বস্তুর মধ্যেও লঘু-গুরু আছে, যে বস্তু অপেক্ষাকৃত কোন গুরু বস্তুর নিকটে অর্থাৎ তাহার আকর্ষণের আয়ত্ত মধ্যে আইলে, তাহার গুরু বস্তুতে সংলগ্ন হওয়া সম্ভাবিত। তবে যে গুরু বস্তু আপন আপন সমীপস্থ লঘু বস্তুকে টানিয়া লইতে পারেনা পৃথিবীর প্রবলতর মাধ্যাকর্ষণ-শক্তির প্রতি-বন্ধকতাই তাহার একমাত্র কারণ। কিন্তু কোন কোন স্থলে অন্যান্য দ্রব্যেরও মাধ্যাকর্ষণ প্রত্যক্ষ হইয়া থাকে, কোন

নির্ব্বাত স্থলে যদি এক পাত্র জলে দুই খণ্ড শোলা ভাসাইয়া রাখা যায়, তবে দেখিতে পাওয়া যায় যে, ঐ শোলা দুই খানি ক্রমে ক্রমে পরস্পর নিকটবর্ত্তী হইতে থাকে। পর্ব্বত শিখর হইতে যদি ওলন দড়ি ঝুলাইয়া দেওয়া যায়, তবে সেই দড়ি পর্ব্বত কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইয়া তদভিমুখে কিঞ্চিৎ গমন করে, ঠিক সরল রেখা ক্রমে লম্ব-মান হইয়া পৃথিবী স্পর্শ করেনা, কারণ তাহা পৃথিবীর কেন্দ্র অপেক্ষায় পর্ব্বতের অধিক নিকটবর্ত্তী থাকাতে, পর্ব্বত তাহাকে স্বাভিমুখে আকৃষ্ট করিয়া রাখে, তবে পর্ব্বত সমগ্র পৃথিবী অপেক্ষায় ক্ষুদ্র, এ প্রযুক্ত পৃথিবীর আকর্ষণকে একবারে পরাভব করিতে পারেনা।

কোন বস্তু শূন্যে নিক্ষিপ্ত হইলে বায়ুতে তাহার গতি নিবারণ করিতে থাকে, কিন্তু যে পর্য্যন্ত না তাহার বেগের ক্ষয় হয়, অর্থাৎ যে শক্তি প্রযুক্ত হওয়াতে তাহা ঊর্দ্ধে উঠিয়াছে, তাহা হইতে বায়ুর ক্ষমতা প্রবলতর না হয়, সে পর্য্যন্ত সেই বস্তু গমনশীল থাকে। বায়ুর প্রতিরোধ সকল বস্তুতে সমান নহে, বস্তুর আয়তন অনুসারে তাহার তারতম্য হয়, অর্থাৎ যে বস্তুর অধিক আয়তন, তাহাতে বায়ুর প্রতিরোধ অধিক পরিমাণে হয়, এবং যাহার অল্প আয়তন তাহাতে তাহা অল্প পরিমাণে হয়। যে বস্তু অধিক প্রতিবন্ধক পায়, তাহার পতিত হইতে অধিক সময় লাগে, এবং যে বস্তু অল্প প্রতিবন্ধক পায়, সে তদপেক্ষা অল্প সময়ে আসিয়া ভূতল স্পর্শ করে। কোন উচ্চ স্থান হইতে একটী প্রস্তরখণ্ড ও একখান কাগজ এক সময়ে নিক্ষেপ করিলে, দৃষ্ট হইবে যে, ঐ প্রস্তরখণ্ড যতক্ষণে আসিয়া ভূতলে পড়ে, ঐ কাগজখানা তদপেক্ষা বহু বিলম্বে পতিত

হয়। কারণ, প্রস্তর অপেক্ষা কাগজের আয়তন অধিক, সুতরাং বায়ু কাগজের অধিক প্রতিবন্ধকতা জন্মায়, এই নিমিত্ত তাহার পতিত হইতে বিলম্ব হইয়া থাকে।

কোন বস্তু বলপূর্ব্বক ভূমিতে গড়াইয়া দিলে তাহা কতক দূর দৌড়িয়া যায়, যদি ভূমি উচ্চ নীচ থাকে তাহা হইলে অতি অল্প সময়ের মধ্যে সেই বস্তুর গতি রহিত হয়, যদি একটী ভাঁটা খোয়ার রাস্তার উপর গড়াইয়া দেওয়া যায়, আর একটী ভাঁটা সানের মেজেতে গড়াইয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে অনায়াসে প্রত্যক্ষ হইবে, যে খোয়ার রাস্তার ভাঁটাটী যতক্ষণ গমনশীল থাকিবে, সানের মেজের ভাঁটাটী তাহা অপেক্ষা অধিক ক্ষণ ও অধিক দূর গড়াইয়া যাইবে।

অতএব যদি পৃথিবীর আকর্ষণ, বায়ুর প্রতিবন্ধকতা এবং ভূমির ঘর্ষণাদি না থাকিত তবে কোন বস্তু একবার সঞ্চালিত হইলে তাহা ক্রমাগতই চলিত কোন মতে স্থির হইত না।

যদ্দ্বারা কোন বস্তু চালিত হয়, তাহাকে শক্তি বলে। শক্তি বিনা গতির উৎপত্তি হইতে পারেনা।

কোন বস্তু কোন নির্দ্দিষ্ট কালে যত দূর গমন করে, তাহাকে সেই বস্তুর বেগ বলে।

জড় পদার্থের গতিকে পণ্ডিতেরা কার্য্য বলিয়া থাকেন, যে শক্তি দ্বারা গতি হয় সেই শক্তিকে কারণ বলিয়া থাকেন।

শক্তি প্রয়োগের ক্রম ও প্রকারাদি অনুসারে নানাপ্রকার গতির উৎপত্তি হইয়া থাকে, তন্মধ্যে কয়েক প্রকার গতির বিবরণ উল্লিখিত হইতেছে।

১ম। জড় পদার্থের প্রতি বল প্রযুক্ত হইলে উহা সেই বলের

সাহায্যে সরল রেখা ক্রমে চিরকাল সমান বেগে চলে। ভূমণ্ডলস্থ কোন বস্তু চালিত হইলে, পৃথিবীর আকর্ষণাদির দ্বারা তাহার গতির ব্যতিক্রম ঘটিয়া ক্রমে ক্রমে হ্রাসও নাশ হইয়া আইসে। একারণ, পৃথিবীতে সমগতির উদাহরণ প্রাপ্ত হওয়া যায়না। কিন্তু অতি দূরবর্ত্তী গ্রহ চন্দ্রাদির গতি এ বিষয়ের দৃষ্টান্ত-স্থল হইতে পারে। সেই সকল পদার্থ আজিও যেমন বেগে চলিতেছে সহস্রবর্ষ পূর্ব্বেও সেইরূপ বেগে চলিত তাহার সন্দেহ নাই। তাহারা সমান বেগে চলে বলিয়াই খগোলবেত্তারা গ্রহণ গণনা করিতে পারেন, এবং কখন্ কোন্ গ্রহ কোন্ স্থানে থাকে তাহাও স্থির বলিতে পারেন।

২য়। কোন জড় পদার্থের প্রতি একটী মাত্র বল প্রযুক্ত হইলে যেরূপ ঘটে, একাধিক দুই তিন বা তদধিক বল যুগপৎ প্রযুক্ত হইলেও তাহাই হয়, অর্থাৎ প্রত্যেক বল একে একে প্রযুক্ত হইলে উক্ত পদার্থ যে অবস্থা প্রাপ্ত হইত, তৎসমুদায় এককালীন প্রযুক্ত হইলেও পদার্থটী তদবস্থ হইবে।

জড়ের যে বক্রাদি নানাপ্রকার গতি হইয়া থাকে তাহা এক প্রকার শক্তি হইতে সম্পাদন হয়না, তাহাতে নানা প্রকার ও ভাবের শক্তি প্রদত্ত হইয়া থাকে।

৩য়। এক বস্তুর বল অন্য বস্তুর উপর সংযোজিত হইলে উভয় বস্তুই সমভাবে পরস্পরের উপর বল প্রকাশ করে। একটী তুলের একদিকে এক সের ওজনের কোন দ্রব্য চড়াইয়া অপর দিক হস্ত দ্বারা চাপিয়া না রাখিলে তাহাকে সেই দ্রব্যের সহিত এক রেখায় রাখা যায়না, ইহাতে এই প্রত্যয়িত হইতেছে, যে হস্তদ্বারা যেদিক চাপা থাকে

সেই দিকেই ঐ হস্তের উপর এক সের ওজনের শক্তি প্রকাশ করে। বস্তু মাত্রের সাম্যাবস্থা ও গতি আঘাত ও প্রতিঘাতের কার্য্য। যখন কোন দ্রব্যকে স্থির হইয়া থাকিতে দেখা যায় তখনও সে পৃথিবীর আকর্ষণ বলে নিরন্তর তদভিমুখে আকৃষ্ট হয়। কিন্তু ঐ দ্রব্য যে আধারের উপর থাকে, সেই আধারের প্রতিঘাত বশতঃ তাহা নামিয়া যাইতে পারেনা। যখন একখান অর্ণবযান জলে ভাসমান থাকে, তখন সেই অর্ণবযান জল ভেদ করিয়া পৃথিবীর কেন্দ্র স্থলে যাইবার চেষ্টা করে, কিন্তু জলের প্রতিঘাত বশতঃ তাহার গমন নিবারিত হয়।

যদি এক বস্তু অন্য বস্তুকে একবার মাত্র সঞ্চালন করে, তবে ঐ সঞ্চালিত বস্তু নিয়ত সমান বেগে চলে কিন্তু যদি উহা নিরন্তর সঞ্চালিত হইতে থাকে তবে উহার বেগ ক্রমাগতই বৃদ্ধি হয়।

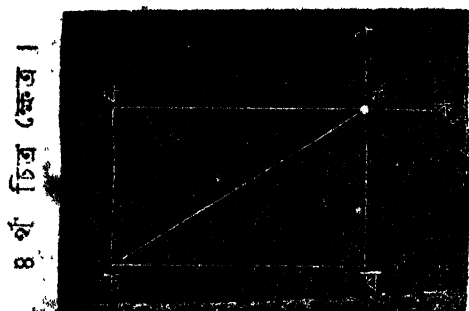
মিশ্র গতি।

এক বস্তুর প্রতি যদি যুগপৎ একদিকে দুইটী শক্তি প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে ঐ এক শক্তি সহকারে তাহার যেরূপ গতি হইবে দুই শক্তি প্রয়োকে তাহার গতির বেগ দ্বিগুণাকৃত হইবে।

যদি কোন বস্তুর প্রতি তৎতুল্য প্রতিযোগী বস্তুর শক্তি প্রযুক্ত হয়, তবে সে স্থির থাকে তাহার গতি হয়না।

যদি কোন বস্তুর উপর দুই দিক হইতে শক্তি প্রদত্ত হয় কি একদিকের শক্তি অপেক্ষা অপর দিকের শক্তি অধিক হয় তাহা হইলে যে দিকে অধিক শক্তি সেই দিকেই ঐ বস্তুর গতি হয়।

যদি কোন দ্রব্যের উপর একবারে এমন দুই শক্তি প্রদত্ত হয়, যে একের অনুরোধে ইহাকে পশ্চিমাভিমুখে যাইতে হয়; কিন্তু অপর শক্তির বশে সে উত্তর দিকে চালিত হয় তাহা হইলে সেই দ্রব্য পশ্চিম উত্তর এতদুভয় কোনদিকেই যায় না, ইহার কোণাকোণি গতি হয়।

৪র্থ চিত্র ক্ষেত্র।

কোন বস্তুর উপর একবারে ভিন্ন২ অভিমুখে দুই শক্তি প্রদত্ত হইলে তাহা উভয় অভিমুখে যাইতে পারে না, সেই দুই দিকের মধ্য দিয়া গমন করে; কিন্তু প্রযুক্ত বলের কোন তারতম্য হয় না অর্থাৎ ঐ দুই বল স্বতন্ত্র২ প্রযুক্ত হইলে যে কার্য্য হইত একবারে প্রদত্ত হইয়াও সেই কার্য্য হইবে ইহা স্পষ্ট করিবার নিমিত্ত একটী প্রতিরূপ প্রদর্শিত হইতেছে। একটী বস্তু ক নামক স্থানে অবস্থিত আছে। তাহার উপর একবারে দুইটী বল কখ ও গঘ অভিমুখে প্রযুক্ত হইলে একটী বলের প্রভাবে ঐ বস্তু কোন নির্দ্দিষ্ট কাল মধ্যে ক হইতে খ পর্য্যন্ত যাইতে পারে, এবং অপরটীর প্রভাবে উহা ক হইতে ঘ পর্য্যন্ত সেই কালের মধ্যে যাইতে পারে। কিন্তু সেই বস্তু ঐ উভয় বলের গতিকে অনুসরণ না করিয়া চ নামক স্থানে যায়। উক্ত বল দ্বয় যদি একে২ প্রদত্ত হইত, তাহা হইলে ঐ বস্তুটী

প্রথমে ক হইতে খ পর্য্যন্ত যাইত, তাহার পর খ হইতে চ পর্য্যন্ত যাইত।

ক ঘ, খ চ দুইটী সমান সমান্তরাল রেখা একাভিমুখে আছে, যদি ঘ এবং চ একটী সরল রেখা দ্বারা যুক্ত হয় তবে ক খ চ ঘ একটী সমান্তরাল চতুর্ভুজ-ক্ষেত্র হইবে, তাহার পরস্পর সম্মুখীন দুই২ ভুজ সমান এবং ক চ তাহার কর্ণ রেখা। সুতরাং যে বলের দ্বারা ও যে সময়ের মধ্যে ক হইতে খ পর্য্যন্ত কোন বস্তু চালিত হইতে পারে, সেই বল দ্বারা ও সেই সময়ের মধ্যে উহা ঘ হইতে চ পর্য্যন্ত চালিত হইবে; এবং যে বলের দ্বারা ও যে সময়ের মধ্যে ক হইতে ঘ পর্য্যন্ত চালিত হইতে পারে সেই সময়ের মধ্যে উহা খ হইতে চ পর্য্যন্ত ও চালিত হইবে।

এইক্ষণে যদি কোন বস্তু প্রথম এক শক্তি দ্বারা কখ অভিমুখে চালিত হয়, তাহা হইলে সে খ চিহ্নিত স্থানে উপস্থিত হইবে এবং তথা হইতে দ্বিতীয় শক্তিদ্বারা খ চ অভিমুখে চালিত হইলে চ চিহ্নিত স্থানে আসিবে, কিন্তু যদি একবারে উভয় শক্তিই তাহাতে নিয়োগ করা হয়, তাহা হইলে সে একবারে ক চ চিহ্নিত পথে ভ্রমণ করিয়া চ চিহ্নিত স্থানে উপনীত হয়, অতএব উভয় পক্ষেই ফলের কিছু মাত্র তারতম্য হয়না। ক চ নামক কর্ণ রেখা ক ঘ ও ক খ এই দুই গতির সংঘাতফল বলিয়া উহার নাম গতিফল রাখা গিয়াছে।

দুই বলের প্রভাবে সকল স্থানেই সরল রেখায় বা ধনুর আকারে গতিফল জন্মে এমত নহে; কোথাও কোথাও দুই বলের সম্পূর্ণ যোগে বৃত্তাকার গতিফলও উৎপন্ন হইয়া থাকে। তাহার প্রমাণ, কোন

রজ্জুর এক প্রান্তে একটী গোলা বদ্ধ করিয়া ও অপর প্রান্ত মৃত্তিকায় প্রোথিত কোন কীলকে সংলগ্ন করিয়া যদি গোলাটীর প্রতি একদিক হইতে সবলপূর্ব্বক আঘাত করা যায়, তাহা হইলে গোলাটী কীলকের চতুর্দ্দিকে চক্রাকারে ফিরিবে। গোলা ও শর কামান ও ধনুক হইতে নিক্ষিপ্ত হইয়া যখন সম্মুখদিকে চলিতে থাকে, তখন পৃথিবী উহাদিগকে অন্যদিকে অর্থাৎ ঘাভিমুখে আকর্ষণ করাতে উহা দুই শক্তি অর্থাৎ প্রক্ষেপিকা শক্তি ও পৃথিবীর আকর্ষণ শক্তির বশবর্ত্তী হইয়া বক্র ভাব অবলম্বন করে।

চক্রাবর্ত্ত।

কোন বস্তুর চক্রাকার বা বৃত্তাভাস পথে ভ্রমণ করাকে চক্রাবর্ত্ত বা বৃত্তাভাসাবর্ত্ত কহে।

যখন কোন বস্তুকে চক্রাকার বা তদনুরূপ পথে চলিতে দেখা যায় তখন ইহা অবশ্য বিবেচনা করিতে হইবে যে ঐ বস্তুর উপর অবিরত দুইটী বল প্রদত্ত হইতেছে, অর্থাৎ উহা এক শক্তি দ্বারা নিয়ত নিক্ষিপ্ত ও অন্য শক্তিদ্বারা নিয়ত আকৃষ্ট হইতেছে। যদি কোন প্রস্তর খণ্ডে রজ্জু বন্ধন করিয়া ঘূর্ণিত করা যায়, তাহা হইলে আমাদিগের হস্ত তাহাকে নিয়ত প্রক্ষেপ করিতে থাকে, এবং রজ্জু তাহাকে চক্রাকার পথের মধ্য স্থানে আকৃষ্ট করিয়া রাখে। ইহাতেই সেই

৫ম চিত্র ক্ষেত্র।

প্রস্তর বারম্বার ঘূর্ণিত হইতে থাকে। এই চিত্র ক্ষেত্রে সূ ক এক গাছ রজ্জু, ক এক খানি গোলাকার প্রস্তর তাহাতে বদ্ধ রহিয়াছে, সূ, ক ঘ ঙ নামক বৃত্তের কেন্দ্র. সূক রজ্জু ঐ কেন্দ্রে বদ্ধ রহিয়াছে. ঐ প্রস্তর পূর্ব্বোক্ত দুই শক্তি দ্বারা ঘূর্ণিত হইতেছে। যদি তাহা হস্ত দ্বারা ঘুরাণ যায়, হস্তের শক্তি তাহাকে নিয়ত কেন্দ্র হইতে দূরে প্রক্ষেপ করিতে থাকে এবং রজ্জু তাহাকে কেন্দ্রের দিকে আকৃষ্ট করিয়া রাখে। যদি ঐ প্রস্তরকে ঘুরাইতেং সহসা পরিত্যাগ করা যায়, তবে সে আর না ঘুরিয়া যে স্থানে তাহা পরিত্যক্ত হয় সেই স্থান দিয়া স্পর্শরেখাক্রমে ঠিক সোজা চলিয়া যায়। তবে যে ঠিক চলিতে দেখা যায় না তাহার কারণ পৃথিবী তাহাকে আকর্ষণ করিয়া ভূতলে পাতিত করে।

যে দুই বলে বস্তুর চক্রাকার পথে ভ্রমণ হয়, পণ্ডিতেরা তাহাদিগের দুইটী নাম রাখিয়াছেন. যে শক্তি প্রভাবে দ্রব্য কেন্দ্রের অভিমুখে যায় তাহার নাম কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি, আর যাহার প্রভাবে উহাকে কেন্দ্র ত্যাগ

করিয়া যাইতে হয় তাহার নাম কেন্দ্রাপসারণী শক্তি। এই দুই শক্তি প্রভাবে পৃথিব্যাদি গ্রহগণ সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিয়া স্ব২ কক্ষে নিযুক্ত ভ্রমণ করিয়া থাকে।

উপরিস্থ চিত্রে ক পৃথিবী বা অন্য কোন গ্রহ এবং স সূর্য্য; বোধকর পৃথিবী ক খ সরল রেখাভিমুখে চলিতেছে এবং ক চিহ্নিত স্থানে উপনীত হইয়া কোন বাধা না পাইলে একটী নির্দ্দিষ্ট কাল মধ্যে খ চিহ্নিত স্থানে যাইতে পারে। এ দিকে ক চিহ্নিত স্থানের উপর সূর্য্যের বল নিয়ত প্রযুক্ত হইতেছে, সুতরাং যে সময়ের মধ্যে পৃথিবী ক হইতে খ পর্য্যন্ত যাইতে পারিত, সেই সময়ের মধ্যে সূর্য্যের আকর্ষণ শক্তি দ্বারা পৃথিবী গ স্থানে নীত হইত। কিন্তু পৃথিবী এক কালে এক শক্তি দ্বারা নিয়ত নিক্ষিপ্ত ও অপর শক্তি দ্বারা নিয়ত আকৃষ্ট হইয়া ক খ সরল রেখাভিমুখে না যাইয়া ক গ ও ক খ এই দুই বলের সংঘাতে পূর্ব্বোক্ত নিয়মানুসারে ক ঘ বক্রকর্ণরেখা দিয়া ঘ স্থানে উপনীত হয়।

এই রূপে পৃথিবী ঘ চিহ্নিত স্থানে উপনীত হইলে কেন্দ্রাপসারণী শক্তি বলে ঘ হইতে চ সরল রেখাভিমুখে চলিয়া যাইতে পারে; কিন্তু ঘ চিহ্নিত স্থানও সূর্য্যের আকর্ষণের মধ্যে পতিত হইতেছে, সুতরাং পৃথিবী যে নিয়মিত কালের মধ্যে ঘ চিহ্নিত স্থান হইতে চ স্থানে যাইতে পারিত, সূর্য্যের আকর্ষণ শক্তি-প্রভাবে ইহা সেই সময়ের মধ্যে ঘ হইতে ছ স্থানে আসিতে পারে। অতএব পৃথিবী উভয় শক্তির প্রভাবে ঘ হইতে ঘজ বক্রকর্ণরেখা দিয়া জ স্থানে উপনীত হয়। এই নিয়মানুসারে পৃথিবী জ হইতে ঠ স্থানে ও ঠ হইতে

ক্রমে ক্রমে ক স্থানে উপনীত হয়। এই আদর্শে ক খ রেখায় পৃথিবীর কেন্দ্রাপসারণা শক্তি দৃষ্ট হইতেছে এবং সূ ক রেখাতে কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি দেখা যাইতেছে। যদি পৃথিবীর প্রতি কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি প্রযুক্ত না হইত তবে ইহা ক খ স্পর্শ রেখা ক্রমে চলিয়া যাইত, বৎসরে২ সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করিত না। আবার যদি ইহার প্রতি কেন্দ্রাপসারণী শক্তি না থাকিত তাহা হইলে ইহা সূ ক রেখা ক্রমে সূর্য্য কর্তৃক আকৃষ্ট হইয়া ক্রমশঃ তাহার নিকটবর্ত্তী এবং পরিশেষে সূর্য্য শরীরে পতিত ও তাহাতে বিলিপ্ত হইত।

কেন্দ্রাভিকর্ষণী এবং কেন্দ্রাপসারণীশক্তি দুই পরস্পর সমান না থাকিলে কোন দ্রব্যের চক্রগতি হইতে পারে না। কারণ যদি কেন্দ্রাপসারণীশক্তি অধিক হয় তবে দ্রব্যটী আপন পথের স্পর্শ রেখাভিমুখে চলিয়া যায়, আর যদি কেন্দ্রাভিকর্ষণীশক্তি অধিক হয়, তবে উহাকে ক্রমশঃ কেন্দ্রের নিকটে যাইতে হয়। অতএব কি রূপে এই দুই বলের হ্রাসবৃদ্ধি হয় তাহা অগ্রে জানা আবশ্যক। রজ্জুতে একটা ঢিল বাঁধিয়া ঘুরাইতে২ যদি ক্রমশঃ তাহার বেগ বৃদ্ধি করা যায়, তবে রজ্জু ছিন্ন হইয়া ঢিল সরল রেখাক্রমে চলিয়া যায়। সুতরাং চক্রগতির বেগ বৃদ্ধি হইলে তাহার কেন্দ্রাপসারণীশক্তিও বর্দ্ধিত হয়, ইহা অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে। কিন্তু রজ্জুতে যদি কোন লঘু দ্রব্য বন্ধন করিয়া ঘুরাণ যায় তাহা হইলে রজ্জু ছিন্ন হয় না; দ্রব্য ভারী হইলেই তাহার চক্রভ্রমণে কেন্দ্রাপসারণীশক্তি গরিষ্ঠ হইয়া থাকে। অপিচ, এমনও দেখা গিয়াছে যে, কোন দ্রব্যকে এক গাছা রজ্জুর অগ্রভাগে বন্ধন করিয়া যদি তাহাকে ঘুরাণ যায়, এবং ঘুরাইতে২ ক্রমশঃ রজ্জুকে বাড়ান যায়

তাহা হইলে রজ্জুটী যত দীর্ঘ হয়, তাহাকে ঘুরাইতে ততই বলের প্রয়োজন হইতে থাকে, এইরূপ করিলে কখনও বা রজ্জু সমধিক দীর্ঘ হইয়া ছিন্ন হইয়া যায়। অতএব বোধ হইতেছে যে, কেন্দ্র হইতে যতদূরে কোন দ্রব্য ঘূর্ণিত হয়, তাহার কেন্দ্রাপসারণীশক্তি ততই বাড়ে, ফলতঃ এইরূপে যে কেন্দ্রাপসারণীশক্তি বর্দ্ধিত হয় তাহা কেবল ঘূর্ণিত বস্তুর বেগের আধিক্য প্রযুক্ত।

পৃথিবী যে সূর্য্যকে সম্পূর্ণ মণ্ডলাকারে পরিভ্রমণ করিয়া থাকে, তাহা নহে। পৃথিবীর পথ ৫ ম প্রতিকৃতির মত মণ্ডলবৎ নহে. ইহা বৃত্তাভাস পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে।

ইতিপূর্ব্বে যে কেন্দ্রাভিকর্ষণী ও কেন্দ্রাপসারণীশক্তির বিষয় উল্লেখ করা গিয়াছে, সম্প্রতি তাহার বৃত্তান্ত লেখা যাইতেছে।

কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি।

সূর্য্যের গুরুত্ব প্রযুক্ত পৃথিবী তদ্দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া অন্যদিকে না যাইতে পারিয়া সূর্য্যাভিমুখেই গমন করে· এই গতিটী কেন্দ্রাভিকর্ষণীশক্তির কার্য্য।

কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তির স্বাভাবিক ধর্ম্ম এই যে তদ্দ্বারা ক্ষুদ্র বস্তু বৃহৎ বস্তু কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইয়া থাকে, যখন ক্ষুদ্র বস্তু বৃহদ্বস্তু কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হয় তখন তাহা অবশ্য বৃহৎবস্তুর উপরি পতিত বা তাহাতে সংলগ্ন হয়, যেমন বৃক্ষ হইতে ফল স্খলিত হইলে পৃথিবীর আকর্ষণ প্রভাবে ভূমিতে পতিত হয়।

সচরাচর দেখা যায় যে বৃহৎবস্তু ক্ষুদ্র বস্তুকে আকর্ষণ করে, কিন্তু সকল বস্তুরই আকর্ষণ-শক্তি আছে,

অতএব ক্ষুদ্র বস্তুও বৃহৎ বস্তুকে অল্প পরিমাণে আক-র্ষণ করে তাহার সন্দেহ নাই। যেমন পৃথিবী নিকটস্থ সমস্ত বস্তুকে আকর্ষণ করে, সেইরূপ তাহারাও যত ক্ষুদ্র হউক না কেন পৃথিবীর উপর আপন আপন আকর্ষণ-শক্তি প্রকাশ করে। তবে পৃথিবীর নিকটবর্ত্তী সমুদায় দ্রব্য পৃথিবী অপেক্ষায় ক্ষুদ্র, এ নিমিত্ত তাহাদের আকর্ষণ গুণের ক্রিয়া আমাদের প্রত্যক্ষ হয় না।

সূর্য্য পৃথিবী অপেক্ষা ত্রয়োদশলক্ষ গুণ বৃহৎ, এই প্রযুক্ত সূর্য্য পৃথিবীকে স্বাভিমুখে আকর্ষণ করিয়া থাকে। পৃথিবীও সূর্য্যকে স্বাভিমুখে আকর্ষণ করে, কিন্তু সূর্য্যেতে অধিক পরমাণু আছে বলিয়া পৃথিবীই সূর্য্যাভিমুখে আসিয়া থাকে, অর্থাৎ সূর্য্যের আকর্ষণ অনুরোধে তদুপরি পতিত হয়। এই কারণ বশতঃ উক্ত আকর্ষণ শক্তিকে মাধ্যাকর্ষণ বা কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি কহে।

কেন্দ্রাপসারণী শক্তি।

যে ধর্ম্ম প্রভাবে কোন পদার্থ স্বয়ং চলিতে পারেনা, এবং অন্য কর্ত্তৃক চালিত হইলে আপনা আপনি স্থির হইতে পারেনা, তাহার নাম জড়ত্ব। জড় পদার্থের স্বেচ্ছা ক্রমে অবস্থান্তর হইতে পারেনা, পৃথিবী নির্জীব জড় পদার্থ, একারণ ইহার স্বতঃ অবস্থান্তর হইবার যো নাই। সুতরাং ইহার সৃষ্টির সময়ে ইহাতে যে ঋজু গমনের শক্তি প্রদত্ত হয়, সেই প্রভাবে ইহা নিরন্তর সোজাই গমন করিত, যেমন একটা মৃৎ পিণ্ডকে নিক্ষেপ করিলে তাহা অপর প্রতিযোগী শক্তির প্রতিঘাত না পাইলে যেদিকে নিক্ষিপ্ত হয় সেই দিকেই সরল রেখা ক্রমে গমন

করিয়া থাকে, সেই মত সৃষ্টির প্রারম্ভে অবনীতে যে গতি শক্তি প্রদত্ত হইয়াছে সেই শক্তি প্রভাবে তাহা নিরন্তর গমন করিত, কিন্তু সেই গতি সূর্য্যাকর্ষণের দ্বারা প্রতিহত হওয়ায় তাহা সোজা যাইতে পারেনা; প্রতিযোগী শক্তি যুগপৎ প্রয়োগে যেরূপ বক্র গতি হইয়া থাকে তাহা পূর্ব্বে লিখিত হইয়াছে।

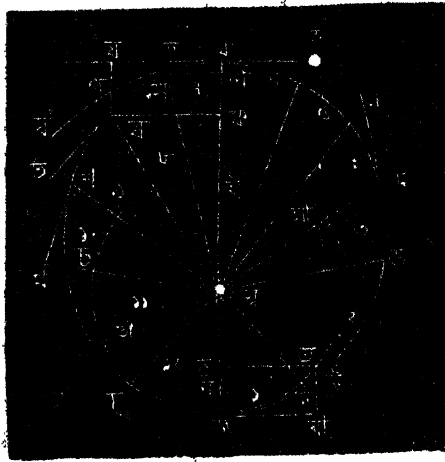
আমরা যখন একটা লোষ্ট্র হস্ত হইতে ঊর্দ্ধে নিক্ষেপ করি, ঐ নিক্ষিপ্ত লোষ্ট্রের কিয়ৎক্ষণ প্রদত্ত শক্তি-দ্বারা ঊর্দ্ধ গতি হয় পরে উহা পৃথিবীতে পতিত হইবার সময়ে কিঞ্চিৎ বক্র হইয়া পতিত হয়।

নিক্ষিপ্ত লোষ্ট্রের দত্ত শক্তির দ্বারা যে গতি হয় সেই গতিকে কেন্দ্রাপসারণীশক্তি বলা যায়। পৃথিবীতে পতিত হইবার সময়ে যে কিছু বক্র হয় তাহা কেন্দ্রাভিকর্ষণীশক্তি প্রভাবে ঘটে। পৃথিবীর সৃষ্টি হওয়া অবধি তাহা যে পথে গমন করিতেছে তাহার নাম কেন্দ্রাপসারণী শক্তি। যে শক্তি দ্বারা পৃথিবী সূর্য্যের আকর্ষণ প্রভাবে তদভিমুখে আগমন করে, তাহাকে কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি বলা যায়। এই দুই প্রতিযোগী শক্তির পরস্পরের প্রভাবে পৃথিবী ও অপরাপর গ্রহগণ সদা সূর্য্যকে বেষ্টন করিয়া থাকে।

সূর্য্য যে পৃথিব্যাদি গ্রহগণের গমনীয় পথের মধ্যস্থলে অবস্থিত তাহা নহে, কখন কখন পৃথিব্যাদি গ্রহগণ সূর্য্য হইতে অধিক দূরে অবস্থিতি করে। সেই গমনাংশকে দূর কক্ষ বলা যায়, যখন পৃথিব্যাদি গ্রহগণ সূর্য্যের অতি নিকটে থাকে, তখন নিকট কক্ষ বলা যায়।

বক্রাভিসারাবর্ত্ত।

এক বস্তু অন্য বস্তুকে পরিভ্রমণ করিতে করিতে যদি একবার তাহার নিকট আইসে ও আবার তাহা হইতে অনেক দূরে যায়, তবে সেই ঘটনাটী কেন্দ্রাভিকর্ষণী ও কেন্দ্রাপসারণীশক্তির সর্ব্বদা সমতা থাকে না বলিয়া হয়, অর্থাৎ কখন কেন্দ্রাভিকর্ষণীশক্তির প্রভাব ও কখন কেন্দ্রাপসারণী শক্তির প্রভাব অধিক হয়।

৬ষ্ঠ চিত্র ক্ষেত্র।

এই চিত্র ক্ষেত্রে ক পৃথিবী বা অন্য কোন গ্রহ, সূ সূর্য্য; কেন্দ্রাপসারণী শক্তি দ্বারা পৃথিবী ক স্থান হইতে খ স্থানে নীত হইলে সূর্য্যের আকর্ষণ দ্বারা পৃথিবী খ স্থান হইতে গ স্থানে আসিবে, কারণ খ স্থানে সূর্য্যের মাধ্যাকর্ষণের ক্রম অধিক, এত অধিক যে কেন্দ্রাপসারণীশক্তি পৃথিবীকে হ স্থানে লইয়া যাইতে পারেনা, সুতরাং ঐ পৃথিবী খ গ ঘ বৃত্তবৎ পথে গমন না করিয়া খ ম চক্রাকারে গতি অবলম্বন করে ও সূর্য্যের নিকটে আইসে; কারণ খ চিহ্নিত স্থান অপেক্ষা ম চিহ্নিত স্থান সূর্য্যের নিকট এইপ্রযুক্ত পৃথিবী পূর্ব্বোক্ত স্থানে থাকিলে তদুপরি সূর্য্যের আকর্ষণ অধিক ক্রম করে;

কারণ মাধ্যাকর্ষণের এই নিয়ম যে বস্তু যত দূর হইতে এবং যত কেন্দ্রের নিকট হয় ততই তাহার বেগবৃদ্ধি হইয়া থাকে* ।

পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করিয়াছেন যে মাধ্যাকর্ষণের ক্রম অর্থাৎ আকৃষ্ট বস্তুর বেগ সময়ের বর্গানুসারে বৃদ্ধি হইয়া থাকে, অর্থাৎ এক সেকেণ্ডে যে বস্তু মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে ১৬ ফুট আইসে-দুই সেকেণ্ডে সেই বস্তু দুইয়ের বর্গ অর্থাৎ চারিগুণ অর্থাৎ ৬৪ ফুট আসিবে-তিন সেকেণ্ডে তিনের বর্গ অর্থাৎ নয় গুণ অর্থাৎ ১৪৪ ফুট আসিবে ইত্যাদি। এইরূপ ক্রমাগত বেগ বৃদ্ধিকে বিবৃদ্ধ গতি বলে।

পূর্ব্বে লিখিত হইয়াছে যে পৃথিবী স চিহ্নিত স্থানে সমুপস্থিত হওয়াতে তদুপরি কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তির (সূর্য্যের মাধ্যাকর্ষণশক্তির) ক্রমের আধিক্য হয়, সেই প্রভাবেই পৃথিবী স ষ শ চ ছ জ পথে গমন করে। পৃথিবী স স্থান হইতে যতই জ অভিমুখে গমন করিতে থাকে, ততই তাহার গতির বেগবৃদ্ধি হইয়া থাকে, পরে পৃথিবী জ স্থানে আগত

---

* অতি উচ্চ স্থান হইতে কোন বস্তু পৃথিব্যাভিমুখে নিক্ষেপ করিলে তদ্বস্তু প্রথম সেকেণ্ডে ১৬ ফুট পতিত হইবে, এবং দ্বিতীয় সেকেণ্ডে ৪৮ ফুট পতিত হইবে, এই রূপে নিক্ষিপ্ত দ্রব্য পৃথিবীর অভিমুখে যত অগ্রসর হইবে ততই তাহার বেগ সময়ের বর্গানুসারে বাড়িতে থাকিবে। অর্থাৎ পড়িতে যত সেকেণ্ড লাগে, তাহাকে তত গুণ করিয়া পুনরায় ১৬ দিয়া পূরণ করিলে যে গুণ ফল প্রাপ্ত হওয়া যায়, ঐ বস্তুর তত ফুট পতন হইল বলিয়া নিশ্চয় হয়।

হইলে উহার কেন্দ্রাপসারণীশক্তির এত বাহুল্য হইয়া উঠে যে উহা জ স্থান হইতে ঝ স্থানে গমন করিবে। এই স্থানে কেন্দ্রাপসারণীশক্তির এত প্রাদুর্ভাব যে তাহাতে পৃথিবী আর সূর্য্যের নিকট যাইতে পারেনা, অথচ ভ আ ই ঈ বৃত্তাকারে সূর্য্যকে পরিভ্রমণও করিতে পারে না; সুতরাং ট ড ঢ পথে গমন করে। যদি জ স্থানে কেন্দ্রাপসারণী এবং কেন্দ্রাভিকর্ষণীশক্তি দুই পরস্পর সমান হইত, তাহা হইলে পৃথিবী ভ আ ই ঈ বৃত্তাকার পথেই গমন করিত। যখন পৃথিবী ট ড চ পথে গমন করে তখন তাহার গতি ক্রমে ক্রমে অল্প হয়, অর্থাৎ যে পরিমাণে স য শ চ ছ জ পথে বৃদ্ধি হয় সেই পরিমাণে ট ড চ ণ পথে হ্রাস হয়; *

---

* কোন বস্তু উচ্চ হইতে পতিত হইবার সময়ে যেমন তাহার বেগ বৃদ্ধি হয়, সেইরূপ নিম্ন দেশ হইতে ঊর্দ্ধ দেশে উত্থিত হইবার সময়ে তাহার বেগ ক্রমে ক্রমে হ্রাস হইয়া যায়। বস্তু পতিত হইবার সময়ে নিম্ন দিকে গমন করে, এবং পৃথিবীও তাহাকে নিম্নদিকেই ক্রমাগত আকর্ষণ করে, অতএব পৃথিবীর আকর্ষণ তাহার পতনের অনুকূল হয়; সুতরাং তাহার বেগ বৃদ্ধি হইতে থাকে। কিন্তু কোন বস্তু উত্থিত হইবার সময়ে নিয়ত ঊর্দ্ধদিকে গমন করে, অথচ পৃথিবীতাহাকে নিম্নদিকে আকর্ষণ করিতে থাকে। একারণ পৃথিবীর আকর্ষণ তাহার ঊর্দ্ধ গতির প্রতিকূল হওয়াতে বেগের হ্রাস হইয়া আইসে, যে আকর্ষণ অধোগামী বস্তুর বেগবৃদ্ধির কারণ, সেই আকর্ষণই ঊর্দ্ধগামী বস্তুর বেগ হ্রাস হইবার কারণ। এই শেষোক্ত প্রকার গতিকে হ্রস্ব-মান গতি বলে।

কারণ পৃথিবী বর্দ্ধিত কেন্দ্রাপসারণীশক্তি দ্বারা সূর্য্য হইতে দূরে গমন করে, কিন্তু তাও তাহাকে সম্মুখে নিয়ত আকর্ষণ করিতে থাকে। এ জন্য সূর্য্যের আকর্ষণ কেন্দ্রাপসারণীশক্তির প্রতিকূল হওয়াতে বেগের হ্রাস হইয়া আইসে। এই কারণে জ্যোতিষ শাস্ত্রে গ্রহগণের কখন মন্দ গতি কখন দ্রুতগতির উল্লেখ আছে। এই প্রকারে পৃথিবী সূর্য্যকে অবিশ্রান্ত পরিভ্রমণ করিয়া থাকে।

এইক্ষণে প্রথম এই আপত্তি উপস্থিত হইতে পারে যে, "যখন পৃথিবী কেন্দ্রাভিকর্ষণীশক্তির দ্বারা য স্থানে সমাগত হয়, তখন সূর্য্যের আকর্ষণাধিক্যপ্রযুক্ত পৃথিবী কেন বা সূর্য্যমণ্ডলে নীত না হয়"? পৃথিবী সূর্য্যমণ্ডলে নীত না হইবার কারণ এই যে, অগ্রবর্ত্তী গতির বেগবশতঃ পৃথিবীকে খ স্থান হইতে য স্থানে যাইতে হয়, কিন্তু খ চিহ্নিত স্থানেও সূর্য্যের আকর্ষণ নিয়ত প্রযুক্ত হইতেছে, সুতরাং পৃথিবী যে নিয়মিত কালের মধ্যে কেন্দ্রাপসারণীশক্তি প্রভাবে খ স্থান হইতে য স্থানে যাইতে পারে, সূর্য্যের মাধ্যাকর্ষণশক্তি প্রভাবে উহা সেই সময়ের মধ্যে খ হইতে ষ স্থানে আসিতে পারে। অতএব পৃথিবী উভয় শক্তি প্রভাবে খ হইতে খ' য বক্রকর্ণরেখা দিয়া য স্থানে উপনীত হয়।

প্রাকৃতিক নিয়মানুসারে খ স্থানে মাধ্যাকর্ষণের ক্রম পৃথিবীর প্রতি যে পরিমাণে অধিক হয়, সেই পরিমাণে অগ্রবর্ত্তীগতিশক্তির প্রভাবও বেশী হয়, একারণ পৃথিবীর স শ গতির বেগ স স্থানাপেক্ষা য স্থানে অধিক হয় এবং য স্থানাপেক্ষা শ স্থানে আরো অধিক হয়, ইত্যাদি। প্রাকৃতিক নিয়ম এই যে, যে পরিমাণে পৃথিবীর প্রতি

মাধ্যাকর্ষণের ক্রম অধিক হয় সেই পরিমাণে ার অগ্রবর্ত্তী বা কেন্দ্রাপসারণীশক্তিও অধিক হয়, এনিমিত্ত মাধ্যাকর্ষণ শক্তি দ্বারা সূর্য্য পৃথিবীকে স্বদেহে লগ্ন করিতে পারে না।

দ্বিতীয় আপত্তি এই যে, "পৃথিবী জ স্থানে আগত হইলে কেন ক পথে না যায়"? পৃথিবী ঝ পথে না যাইবার কারণ এই যে, জ স্থানে যে রূপ কেন্দ্রাপসারণী শক্তির আধিক্য হয়, সেইরূপ সূর্য্যের মাধ্যাকর্ষণের ক্রমও বৃদ্ধি হয়। যদিও জ সূ যতদূর খ সূ তাহার দ্বিগুণ, তথাপি খ স্থানাপেক্ষা জ স্থানে কেন্দ্রাভিকর্ষণী চারি গুণ বৃদ্ধি হইয়াথাকে; কেননা আকৃষ্ট দ্রব্য যত কেন্দ্রের নিকট হয় ততই তাহার বেগ বর্গগুণে বাড়িতে থাকে। যদি জ স্থানের অগ্রবর্ত্তী বা কেন্দ্রাপসারণী শক্তি খ স্থানাপেক্ষা দ্বিগুণ হয়, তাহা হইলে খ হ স্থানাপেক্ষা জ ঝ স্থানে উক্ত শক্তি দ্বিগুণ অধিক হইবে। আর ঐ দ্বিগুণীকৃত অগ্রবর্ত্তী শক্তিদ্বারা পৃথিবীর দ্বিগুণ স্থান ব্যাপিয়া গতি হইয়া উহা ট স্থানে আইসে; যদি ঐ সময়ে কেন্দ্রাভিকর্ষণীশক্তি কেন্দ্রাপসারণীর ঠিক সমান হইত, তাহা হইলে পৃথিবী ট স্থানে না গিয়া ভ স্থানে আসিয়া আ ই ঈ পথে তাহার গতি হইত। যে হেতু জ স্থানে কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি অপেক্ষা কেন্দ্রাপসারণী শক্তির আধিক্য হয়, এই কারণে পৃথিবী ট ড ঢ পথে গমন করিয়া থাকে। ইহাতে যে পৃথিবী সোজা যাইতে পারে না তাহার কারণ এই যে, ঢ পথে গমন কালে তাহার গতির বেগের লাঘব হয়, এবং মাধ্যাকর্ষণের ক্রম ও কেন্দ্রাপসারণী শক্তির ও ন্যুন হইয়া পড়ে, তাহাতেই পৃথিবী ঢ ণ পথে যাইতে পারে না।

গ্রহগণকে বিভক্ত করণের বিষয়।

পূর্ব্বে যে আটটী গ্রহ উল্লেখ করা গিয়াছে তাহা-দিগকে দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে, যথা-প্রথমতঃ অন্তরস্থ গ্রহ; দ্বিতীয়তঃ বহিস্থ গ্রহ।

বুধ, শুক্র, পৃথিবী ও মঙ্গল গ্রহকে প্রথম শ্রেণীস্থ বা অন্তরস্থগ্রহ কহাযায়। বৃহস্পতি, শনি, যুরেনস ও নেপচুনকে দ্বিতীয় শ্রেণীস্থ বা বহিস্থগ্রহ কহায়ায়।

পশ্চাৎ লিখিত লক্ষণ দ্বারা ইহাদিগকে প্রভেদ করা যাইতে পারে।

১ম। পৃথিবী ব্যতিরিক্ত অন্য কোন অন্তরস্থ গ্রহের উপ-গ্রহ বা পারিপার্শ্বিক নাই; কিন্তু বহিস্থ যাবতীয় গ্রহের একং টী উপগ্রহ আছে।

২য়। অন্তরস্থ গ্রহগণ বহিস্থ গ্রহগণ অপেক্ষা অধিক-তর সান্দ্র।

৩য়। বহিস্থ গ্রহগণ অন্তরস্থ গ্রহগণ অপেক্ষা অধিক-তর কালে স্ব স্ব কক্ষে এক এক বার ভ্রমণ করে।

১ম শ্রেণীস্থ ও ২য় শ্রেণীস্থ গ্রহগণের সান্দ্রতা ও ব্যাসা-বর্ত্তনকালের পরিমাণ পশ্চাৎ প্রদর্শিত হইল।

গ্রহগণকে অন্য প্রকারেও বিভক্ত করা গিয়া থাকে, যথা-যে গ্রহগণ পৃথিবী ও সূর্য্যের মধ্যস্থানে স্থিতি করে তাহাদিগকে কনিষ্ঠ গ্রহ বলাযায়। আর যে গ্রহগণ পৃথিবীর গমনীয় পথের বহির্দ্দিকে গমণ করে তাহাদিগকে জ্যেষ্ঠ গ্রহ বলিয়া নির্দ্দেশিত হয়।

গত ব্যবধান অপেক্ষা অধিক বিস্তৃত ও সেই ব্যবধানেই অন্তস্থ ও বহিস্থ গ্রহগণ পৃথক্কৃত হইয়াছে। এ জন্য গ্রহদিগের মধ্যগত ব্যবধান-পরিমাণ জানিতে তাঁহারা সমুৎসুক হইলেন। ফলতঃ তাঁহাদিগের যত্নে কিছু নির্ণীত হয় নাই। ১৭৭৮ খৃঃ অব্দে বোডসাহেব এক কৌশল করেন, তাহাতে উক্ত ব্যবধানের পরিমাণ কথঞ্চিৎ উপলব্ধি হয়, তাহা নিম্নে দৃষ্ট হইতেছে, যথা—

০, ৩, ৬, ১২, ২৪, ৪৮, ৯৬, ১৯২, ৩৮৪।

এই কএক রাশির মধ্যে দ্বিতীয় রাশি ভিন্ন আর আর সকলগুলি পরস্পর তৎপূর্ব্ব রাশির দ্বিগুণ, এবং প্রত্যেকে ৪ এই রাশিটী যোগ করিলে যে সমষ্টি ফল হয়

৪, ৭, ১০, ১৬, ২৮, ৫২, ১০০, ১৯৬, ৩৮৮।

তাহা গ্রহদিগেরসূর্য্য হইতে দূরত্বের পরিমাণ, ইহা পশ্চাৎ লিখিত তালিকা দর্শনেই প্রতীত হইবে। অতএব প্রথমোক্ত রাশি কএকটী দ্বারা গ্রহগণের মধ্যগত ব্যবধানের পরিমাণ কথঞ্চিৎ নিরূপিত হইতেছে।

সূর্য্য হইতে গ্রহগণের প্রকৃত দূরতার সহিত বোডের নিয়মানুসারী দূরতার অনেক ঐক্য আছে। কেবল নেপচুন গ্রহের দূরতার বিষয়ে অনৈক্য দেখা যায়। ইহার কারণ সূর্য্য হইতে নেপচুনের অন্তর অদ্যাপি সম্যক্ প্রকারে স্থির হয় নাই।

বোডের নিয়ম প্রচার হইলে, জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিতদিগের মধ্যে অনেকেই বিবেচনা করিয়াছিলেন যে, মঙ্গল ও শুক্র গ্রহের মধ্যে অবশ্যই কোন গ্রহ থাকিবে। তদনন্তর ১৮৫৫ খৃঃ অব্দ পর্য্যন্ত, ঐ স্থানে ৩৩ টী সামান্য গ্রহ আবিষ্কৃত হইয়াছে, তাহাদিগের নাম ও সূর্য্য হইতে অন্তর

৫ম তালিকা

বোড সাহেবের নিয়ম

গ্রহগণ	সূর্য্য হইতে প্রকৃত দূরতা	বোডের নিয়মানুসারে সূর্য্য হইতে দূরতা	কেন্দ্র-বিভিন্নতা	অবনতি		
বুধ	৩.৮৭	৪.০০	২০.৫৬	৭°	০	[illegible]
শুক্র	৭.২৩	৭.০০	০.৬৮	৩	[illegible]	২৯
পৃথিবী	১০.০০	১০.০০	১.৬৮	০	০	০
মঙ্গল	১৫.২৩	১৬.০০	৯.৩৩	১	৫১	৬
		২৮.০০				
বৃহস্পতি	৫২.০৩	৫২.০০	৪.৮১	১	১৮	৫২
শনি	৯৫,৩৯	১০০.০০	৫.৬১	২	২৯	৩৬
য়ুরেনস্	১৯১.৮২	১৯৬.০০	৪.৬৭	০	৪৬	২৮
নেপচুন	৩০০.৩৭	৩৮৮.০০	০.৮৭	১	৪৬	৫৬

এবং তাহাদিগকে যে যে জ্যোতির্ব্বিজ্ঞ যে যে অব্দে প্রথম আবিষ্কার করেন, তদ্বিষয় পশ্চাৎ উল্লিখিত হইতেছে।

৬ষ্ঠ তালিকা

সামান্য গ্রহ।

সংখ্যা	গ্রহগণ	সূর্য্য হইতে দূর মিলিয়নমাইল	ভগণ কাল দিবস	যখন প্রকাশ	যিনি প্রকাশ করেন
১	ফ্লোরা	২২.০২	১১৯৩.২৮	১৮ ই আক্টবর ১৮৪৭	হাইণ্ড সাহেব
২	মেলপমিনি	২২.৯৬	১২৭০.৫৩	২৪ এ জুন ১৮৫২	ঐ ,,
৩	বিকাটোরিয়া	২৩.৩৫	১৩০৩.২৫	১৩ ই সেপটেম্বর ১৮৫০	ঐ ,,
৪	ইউটারপি	২৩.৪৭	১৩১৩.৭৪	৮ ই নবেম্বর ১৮৫৩	ঐ ,,
৫	ইউরেনিয়া	২৩.৫৮	১৩২২.৮৩	২২ এ জুলাই ১৮৫৪	ঐ ,,
৬	ভেষ্টা	২৩.৬২	১৩২৫.৬৭	২৯ এ মার্চ্চ ১৮০৭	অলবার্শ ,,
৭	পলিমন্নিয়া	২৩.৭৮	১৩৩৯.৯০	২৮ এ আকটবর ১৮৫৪	কেকরনেক ,,
৮	আইরিস	২৩.৮৫	১৩৪৫.৬০	১৩ ই আগষ্ট ১৮৪৭	হাইণ্ড ,,

সংখ্যা	গ্রহগণ	সূর্য্য হইতে দূর	ভগণ কাল	যখন প্রকাশ	যিনি প্রকাশ করেন
৯	মিটিস	২৩.৮৭	১৩৪৬.৯৪	২৬ এ আপ্রেল ১৮৪৮	গ্রেহেম ,,
১০	হাইজিয়া	২৩.৯১	১৩৫০.২৮	৬ ই আপ্রেল ১৮৫৩	কেকরনেক ,,
১১	মাসেলিয়া	২৪.০৪	১৩৬৫.১৫	১৯ } ২০ } এ সেপটেম্বর ১৮৫২	{ গেসপারিস ,, কেকরনেক ,,
১২	হিবি	২৪.২৫	১৩৭১.৬৩	১ লা জুলাই ১৮৪৭	হেন্‌কি ,,
১৩	ফরটুনা	২৪.৪৬	১৩৯৭.১৯	২২ এ আগষ্ট ১৮৫২	হাইণ্ড ,,
১৪	পারথিনোপ	২৪.৪৮	১৩৯৯.০৭	১১ ই মে ১৮৫০	গেসপারিস ,,
১৫	থিটিস	২৪.৯৮	১৪৪১.৮৬	১৭ ই আপ্রেল ১৮৫২	লুথার ,,
১৬	এমফিট্রাইট	২৫.৫৩	১৪৯০.৫৪	১ লা মার্চ্চ ১৮৫৪	মার্থ ,,
১৭	আসট্রিয়া	২৫.৭৭	১৫১১.৩৭	৮ ই ডিসেম্বর ১৮৪৫	হেন্‌কি ,,
১৮	আইরিনি	২৫.৮২	১৫১৫.৩৭	১৯ এ মে ১৮৫১	হাইণ্ড ,,
১৯	ইজিরিয়া	২৫.৮২	১৫১৫.৮৫	২ রা নবেম্বর ১৮৫০	গেসপারিস ,,
২০	পোমোনা	২৫.৮৫	১৫১৮.১০	২৬ এ আকটবর ১৮৫৪	গোল্‌ডস্মিট ,,

সংখ্যা	গ্রহগণ	সূর্য্য হইতে দূর	ভ্রমণ কাল	যখন প্রকাশ	যিনি প্রকাশ করেন
২১	লিউটিশিয়া	২৬. ১২	১৫৪২. ৩২	১৫ ই নবেম্বর ১৮৫২	গোল্ডস্মিট ,,
২২	খেলিয়া	২৬. ২৬	১৫৫৪. ২১	১৫ ই ডিসেম্বর ১৮৫২	হাইণ্ড ,,
২৩	ইউনোমিয়া	২৬. ৫১	১৫৭৬. ৪৯	২৯ এ জুলাই ১৮৫১	গেসপেরিস ,,
২৪	প্রোসার পাইন	২৬. ৫২	১৫৭৭. ৮৪	৫ ই মে ১৮৫৩	লুথার ,,
২৫	জুনো	২৬. ৬৯	১৫৯২. ৭৩	১ লা সেপটেম্বর ১৮০৪	হারডিং ,,
২৬	সিরিস	২৬. ৯৭	১৬৮১. ০৯	১ লা জানুয়ারি ১৮০১	পাএজাই ,,
২৭	পলাস	২৭. ২৩	১৬৮৬. ০৯	২৮ এ মার্চ্চ ১৮০২	অল্বার্শ ,,
২৮	বিল্লোনা	২৭. ৮১	১৬৯৩. ৬৯	১ লা মার্চ্চ ১৮৫৪	লুথার ,,
২৯	কেলিওপি	২৯. ১২	১৮১৪. ৭৬	১৬ ই নবেম্বর ১৮৫২	হাইণ্ড ,,
৩০	সাইক	২৯. ২৬	১৮২৮. ৪৫	১৭ ই মার্চ্চ ১৮৫২	গেসপেরিস ,,
৩১	হিজিয়া	৩১. ৫১	২০৪৩. ৩৮	১৪ ই আপেল ১৮৪৯	ঐ
৩২	থিমিস	৩১. ৬০	২০৫২. ০৭	৬ ই আপ্রেল ১৮৫৩	ঐ
[illegible]	[illegible]শিনি	৩১. ১২	২০৮৩. ২১	১ লা সেপটেম্বর ১৮৫৪	কারগুবন ,,

ধূমকেতু।

এই উপগ্রহ ও নক্ষত্র ব্যতীত আর এক প্রকার জ্যোতির্ম্ময় পদার্থ কখনং রাত্রিকালে নভোমণ্ডলে দৃষ্টিগোচর হয়। তাহারা গোলাকার অথচ পুচ্ছযুক্ত; ঐ পুচ্ছ আলোকময় এবং গৃহ মার্জ্জনী-সদৃশ। ইহাদিগকে ধূমকেতু বলে। ধূমকেতুর অবয়বকে মস্তক ও পুচ্ছ এই দুই ভাগে বিভক্ত করা যায়। মস্তক দেশটী কিঞ্চিৎ জ্যোতির্ম্ময় এবং তাহার মধ্যস্থল তারার ন্যায় অপেক্ষাকৃত উজ্জ্বল, এই মধ্যস্থলটীকে যেন ধূমকেতুর অস্থির ন্যায় বোধ হয়। পুচ্ছদেশ উজ্জ্বল, কখনং ঈষৎ বক্রভাবে ক্রমশঃ অধিকতর প্রশস্ত হইয়া বহু-দূর পর্য্যন্ত বিস্তৃত হয়। পুচ্ছের মধ্যস্থলে অপেক্ষাকৃত কৃষ্ণ-বর্ণ এক রেখা থাকাতে কখনং উহা দুই ভাগে বিভক্ত বলিয়া মনে হয়। ধূমকেতুর কেতুটী চিরকাল সূর্য্যের বিপরীত দিকে থাকে। সকল সময়ে ধূমকেতুর কেতু দৃষ্ট হয় না; কখনং কেতুহীন ধূমকেতু এবং কখন বা ছয়টী কেতু বিশিষ্ট ধূমকেতুও দৃষ্ট হইয়াছে।

ধূমকেতু অত্যন্ত লঘু পদার্থ, গ্রহের ন্যায় কঠিন নহে। উহাদের শিরোভাগ স্বচ্ছ বাষ্প-রাশিতে পরিবেষ্টিত, এবং দূরবীক্ষণ দ্বারা দৃষ্টি করিলে এমন স্বচ্ছ দেখায় যে উহাদের পুচ্ছ ও শিরোভাগের মধ্য দিয়া নক্ষত্র দেখিতে পাওয়া যায়। অনুমিত হইয়াছে যে উহাদিগের সান্দ্রতা বায়ুর সান্দ্রতা অপেক্ষাও সহস্রাংশে ন্যূন।

ধূমকেতু গুলি স্বয়ং জ্যোতির্ম্ময় নহে, গ্রহ ও উপগ্রহদের ন্যায় উহাদিগেরও আলোক সূর্য্যকিরণের অনুপ্রবেশ বা জন্য।

ধূমকেতু সূর্য্য-সন্নিহিত হইলেই দেখা যায়, অন্য অবস্থানে দৃষ্টিগোচর হয় না। প্রথম দর্শন কালে উহা একটী প্রভাহীন ক্ষুদ্র বিন্দুর ন্যায় প্রতীয়মান হয়, ক্রমে সূর্য্যের যত নিকটবর্ত্তী হইতে থাকে ততই উহাকে উজ্জ্বল দেখায়, তখন উহার কেতুটী ও প্রকাশ পায়। সূর্য্যের নিতান্ত নিকটস্থ হইলে উহার অবয়ব সঙ্কুচিত হয়।

ধূমকেতুগণের সম্বন্ধে ইহাও নিশ্চিত হইয়াছে যে উহারা অনেকেই সূর্য্যের চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করিয়া থাকে। উহাদিগের ভ্রমণের পথ সুদীর্ঘ বৃত্তাভাসের আকার। আবার কাহার২ পথ বৃত্তাভাস নহে, ক্ষেপণিরেখার মত। গ্রহগণের ন্যায় ইহারা পশ্চিমদিক্ হইতে পূর্ব্বদিকে গমন করে কিন্তু অনেকে পূর্ব্বদিক্ হইতে পশ্চিমদিকেও ভ্রমণ করিয়া থাকে।

সৌর জগতে কতগুলি ধূমকেতু আছে তাহার স্থিরতা নাই। এপর্য্যন্ত ন্যূনাধিক৭০০ ধূমকেতুর ইতিবৃত্ত পাওয়া গিয়াছে। পুরাকালের ধূমকেতুর ইতিবৃত্ত চীনদিগের নিকট হইতেই প্রাপ্ত হওয়া যায়।

সৌর জগতের মধ্যে ধূমকেতু অপেক্ষা বৃহত্তর পদার্থ আর নাই। ১৬৮০ খৃঃ অব্দে যে ধূমকেতু উদয় হয় তাহার পুচ্ছ ৫,৪১,২০,০০০ ক্রোশ পর্য্যন্ত বিস্তৃত হইয়াছিল। ১৭৭০ খৃঃ অব্দের যে ধূমকেতু উদিত হয় তাহার মস্তক দেশের ব্যাসার্দ্ধ ২৩,৫০০,এবং পুচ্ছের দৈর্ঘ্য ৭,৫০,০০,০০০ ও প্রস্থ ১৫,০০,০০০ ক্রোশ। ১৮১১ খৃঃ অব্দের ধূমকেতুটীর আয়তন পৃথিবীর অপেক্ষা প্রায় ৬০,০০,০০,০০০ গুণ বৃহৎ ছিল। এই প্রকার বৃহৎ২ ধূমকেতু এক২ বার সূর্য্যের সমীপবর্ত্তী হয়, পুনর্ব্বার যাবতীয় গ্রহের কক্ষাবৃত্ত অতিক্রম

করিয়া সীমাশূন্য নভোমণ্ডলে ভ্রমণ করিতে থাকে। ১৭৬৩ খৃঃ অব্দে যে ধূমকেতু উদয় হয়, তাহা সূর্য্যের নিকট হইতে ৬,১২,০০,০০,০০০ ক্রোশ অন্তরে গমন করে, এবং ১৬৮১ খৃঃ অব্দে যে ধূমকেতু প্রকাশ হয় তাহা প্রতি ঘোরায় ৩,৮৭,২০০ ক্রোশ ভ্রমণ করে; ইহাতে উহার একবার সূর্য্য প্রদক্ষিণ করিতে ৫৭৫ বৎসর অতীত হয়। কোন২ ধূমকেতু এরূপ পথে পর্য্যটন করিতেছে যে তাহা দেখিয়া জ্যোতির্ব্বেত্তারা বলেন, তাহারা যে আর কখন সূর্য্যসন্নিধানে আগমন করিবে এমত বোধ হয় না, উহারা গগণমণ্ডলে প্রচণ্ডবেগে নিরন্তর ধাবমান হইবে, আমাদের নিকট আর কদাচ পুনরাগমন করিবে না। পূর্ব্বে যে কয়েকটা ধূমকেতুর অবয়ব পরিমাণ লিখিত হইয়াছে তন্মধ্যে ১৭৭০ অব্দের ধূমকেতুটাই সর্ব্বাপেক্ষা বৃহৎ কিন্তু উহারও পরমাণু সমষ্টি পৃথিবীর $\frac{১}{৫০০০}$ অংশ। ইহা দ্বারা উহার লঘুতার পরিচয় পাওয়া যাইতেছে।

ধূমকেতুর ইতিবৃত্ত অতি কৌতুকাবহ; এস্থলে আমরা দুই একটার কথা উল্লেখ করিতেছি। খৃঃ অব্দের ৩৭১ বৎসর পূর্ব্বে একটা অতি বৃহৎ ধূমকেতুর উদয় হয়; উহার কেতুটা নভোমণ্ডলের ষষ্ঠাংশ ব্যাপী ছিল।

খৃষ্ট জন্মিবার পূর্ব্বে ২৪ দিন ব্যাপিয়া একটা ধূমকেতুর উদয় হয়, এবং এইরূপ প্রবাদ আছে যে উহা সূর্য্য অপেক্ষা জ্যোতির্ম্ময় ছিল।

১৮৪৩ খৃঃ অব্দে যে ধূমকেতু উদয় হয়, তাহা প্রায় সূর্য্যকে স্পর্শ করিয়াছিল, যে স্থল দিয়া উহা গমন করিয়াছিল সেই স্থানে সূর্য্যের তাপ এখানকার অপেক্ষা ৪৭,০০০ গুণ অধিক প্রবল। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে ঐ তাপের [illegible] একাংশ পার্থিব পদার্থে লাগিলে তাহা তৎ-

ক্ষণাৎ দ্রবীভূত হইয়া যায়। কিন্তু ঐ ধূমকেতুটী অনায়াসে সেই তাপ সহ্য করিয়াছিল।

কোনং ধূমকেতুর এরূপ ঘটিয়া থাকে, যে তাহারা পৃথিবীর অতি নিকটবর্ত্তী হইলে, তাহাদের বাষ্পময় পুচ্ছের কিয়দংশ মহীমণ্ডলস্থ বায়ুরাশির সহিত মিশ্রিত হইয়া যায়। কোনং জ্যোতির্ব্বিৎ অনুমান করেন ১৭৮৩ ও ১৮৩১ খৃঃ অব্দে ইউরোপে যে অসামান্য কুজ্ঝটিকা উপস্থিত হইয়াছিল, তাহা ধূমকেতু বিশেষের পুচ্ছবিনির্গত পদার্থ দ্বারা উৎপন্ন হইয়া থাকিবে।

যে সমস্ত ধূমকেতু বৃত্তাভাস ক্ষেত্রে ভ্রমণ করে তাহারা যথাকালে সূর্য্যকে একবার প্রদক্ষিণ করিয়া আসিবে সন্দেহ নাই। অনেক গুলির প্রদক্ষিণ কাল নির্দ্ধারিত হইয়াছে, তন্মধ্যে যে কয়েটী প্রসিদ্ধ তাহাদের নাম ও ভগণকাল প্রভৃতি পশ্চাৎ লিখিত হইল। ধূমকেতুদিগের নাম তাহারা যে জ্যোতির্ব্বিদ কর্ত্তৃক আবিষ্কৃত হয় তাহার নামানুসারে নির্দ্ধারিত হয়।

গ্রহগণের অপেক্ষা ধূমকেতুর কেন্দ্রবিভিন্নতা অত্যন্ত অধিক। যদি তাহাদিগের গরিষ্ঠ ব্যাসার্দ্ধকে ১০০ এই অঙ্ক দ্বারা ব্যক্ত করা যায়, তাহা হইলে তাহাদিগের কেন্দ্রবিভিন্নতা অত্যন্ত অল্প হইলে ০ শূন্য ও অত্যন্ত অধিক হইলে ১০০ হইবে। যখন কেন্দ্রবিভিন্নতা ০ শূন্য হয় তখন তাহাদিগের কক্ষ বৃত্তাভাস না হইয়া প্রকৃত বৃত্ত হয় এবং যখন তাহা ১০০ হয় তখন কক্ষ ক্ষেপণীর আকার হয়। ক্ষেপণীর গরিষ্ঠ ব্যাস অসীম। যদি কোন গ্রহ বা ধূমকেতু এ প্রকার পথে গমন করে তাহা হইলে উহা আর কখন যে সূর্য্য সন্নিধানে প্রত্যাগমন করিবে এমত বোধ হয় না।

৭ম তালিকা।

ধূমকেতু	কেন্দ্রবিভিন্নতা	অবনতি	ভগণ কাল	মাধ্যান্তর
			বৎসর	
হেলি	৯৬. ৭৪	১৭° ৪৫′ ৫″	৭৬. ৬৮০	১৭. ৯৮৭
এনকি	৮৪. ৭৭	১৩ ৭ ২৪	৩. ২৯৬	২. ২১৫
বিলা	৭৫. ৭০	১২ ৩৪ ৫৩	৬. ৬১৭	৩. ৫২৪
ফে	৫৫, ৫৯	১১ ২২ ৩১	৭. ৪৪১	৩. ৮১২

প্রথম চিত্রক্ষেত্র দেখিলে গ্রহ ও ধূমকেতুর কক্ষের আকারগত বৈলক্ষণ্য স্পষ্ট প্রতীত হইবে।

ঐ ক্ষেত্রে হেলির ধূমকেতুর কক্ষরেখা প্রদর্শিত হইয়াছে, উহার নিকট কক্ষ পৃথিবীর কক্ষের অন্তর্গত এবং উহার দূরকক্ষ নেপচুন গ্রহের কক্ষের কিঞ্চিৎ বহির্ভাগে; উহার মাধ্যান্তর ও ভ্রমণকাল য়ুরেনশ গ্রহের সহিত প্রায় সমান। ৭ম তালিকা দৃষ্টি করিলে অনায়াসে উপলব্ধি হইবে যে ফে সাহেবের ধূমকেতুর কনিষ্ঠ কেন্দ্রবিভিন্নতা শতকরা ৫৫ অপেক্ষাও কিঞ্চিদধিক; অর্থাৎ পূর্ব্বোক্ত প্রকারে তাহার গরিষ্ঠ ব্যাসার্দ্ধকে ১০০ অঙ্কের দ্বারা ব্যক্ত করিলে তাহার কেন্দ্রবিভিন্নতা ৫৫ পঞ্চান্নের ন্যূন কখনই হয় না। এই ধূমকেতুর কেন্দ্রবিভিন্নতা সর্ব্বাপেক্ষা অল্প কিন্তু উহাও গ্রহদিগের কেন্দ্রবিভিন্নতাপেক্ষা প্রায় তিনগুণ অধিক, যেহেতু গ্রহের মধ্যে ২০ কুড়ির অধিক কেন্দ্রবিভিন্নতা কাহারও নাই।

মহামতি নিউটন বলিতেন যে ধূমকেতুগণ সর্ব্বশোষক সূর্য্যের ভোজ্য স্বরূপ যেহেতু তাহারা ক্রমে সূর্য্যের নিকটবর্ত্তী হইতেছে এবং সময়ে সময়ে সেই বিষম অগ্নিকুণ্ডে পতিত হয়। এই কথা শুনিয়া অনেকেই বিস্ময়াপন্ন হইবেন কিন্তু বলিতে কি, আজি কালি আবার ঐরূপ আপাততঃ উপহাস জনক মত পুনরুজ্জীবিত হইতেছে।

প্রাচীন কালে দেশবিশেষে ধূমকেতুর উদয় অমঙ্গল চিহ্ন বলিয়া পরিগণিত হইত এবং অধুনা স্থানে স্থানে উহা অশুভ লক্ষণ বলিয়া নির্দ্দেশিত হইয়া থাকে। ইদানীন্তন কালের কোন কোন পণ্ডিত বিশেষ বিবেচনা করিয়া স্থির করিয়াছেন যে, ধূমকেতুর উদয়ে কোন অমঙ্গল ঘটনা হয় না। তাঁহারা একপ্রকার গ্রহ বিশেষ।

উল্কা-পিণ্ড।

রাত্রিকালে মধ্যে মধ্যে যে নক্ষত্র পাত দৃষ্ট হইয়া থাকে তাহা নক্ষত্র পাত নহে, উল্কা পাত। উল্কা-পিণ্ড কিরূপে, কোথা হইতে পতিত হয়, এই বিষয় লইয়া পদার্থ বিদ্যা-বিৎ পণ্ডিতদিগের মধ্যে অনেক বাদানুবাদ হইয়া গিয়াছে। কেহ কেহ কহিয়াছেন উহা বায়ুর অন্তর্গত যে সমস্ত পদার্থ আছে তাহাদিগের সহযোগে উৎপন্ন হয়, এবং কেহ কেহ এই নির্দ্দেশ করিয়াছেন যে উহা আগ্নেয় গিরি হইতে নির্গত হইয়া থাকে। কেহ বা উহা চন্দ্রলোক হইতে পতিত হয় বলিয়া বিবেচনা করিয়াছেন। কিন্তু ইদানীন্তন পণ্ডিতেরা উল্লিখিত মতত্রয় নিরাকরণ করিয়া মীমাংসা করিয়াছেন, গ্রহ ও ধূমকেতু সমুদায় যেমন নির্দ্দিষ্ট নিয়মানুসারে সূর্য্য-মণ্ডল পরিভ্রমণ করে, ঐ সমুদায় উল্কা-পিণ্ডও সেইরূপ নিয়মের বশবর্ত্তী হইয়া সূর্য্যমণ্ডলের চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করিয়া থাকে। উহাদের পথের সহিত পৃথিবীর পথের সম্পাত আছে। যখন পৃথিবী ও উল্কাপিণ্ড সকল এক সময়ে সম্পাত স্থানে উপস্থিত হয় তখন উল্কা-পিণ্ড সকল পৃথিবীতে পতিত হয়, কিম্বা তখনই পতিত না হইয়া পৃথিবীস্থ বায়ুরাশির মধ্যে প্রবিষ্ট হইয়া থাকে, পরে, ক্রমে ক্রমে পৃথিবীর আকর্ষণ-প্রভাবে ভূতলে পতিত হয়। বৎসরের মধ্যে এক এক সময়ে অনেক উল্কাপিণ্ড দৃষ্টিগোচর হয়। পণ্ডিতেরা বিবেচনা করেন, তাহারা নভোমণ্ডলের যে প্রদেশ দিয়া ভ্রমণ করে পৃথিবীও সেই স্থানের নিকটবর্ত্তী হইলে পৃথিবীস্থ লোকেরা অনায়াসে তাহাদিগকে দেখিতে পায়। ৮ ই আগষ্ট অবধি ১৫ ই আগষ্ট পর্য্যন্ত এবং ৬ ই নবেম্বর অবধি ১১ এ নবেম্বর পর্য্যন্ত অধিক উল্কা

দৃষ্ট হইয়া থাকে। নবেম্বর মাসের ১২ ই ও ১৩ ই তারিখে সর্ব্বাপেক্ষা অধিক সংখ্যক উল্কা-পিণ্ড আমাদের দৃষ্টি পথে পতিত হয়।

ঐ সমস্ত উল্কাপিণ্ড ভূমণ্ডল হইতে কত ঊর্দ্ধে উদিত হয় পণ্ডিতেরা তাহা গণনা করিয়া কতগুলির উৎসেধাঙ্ক নির্দ্ধারণ করিয়াছেন, উহারা ১৬ অবধি ২০০ শত মাইল পর্য্যন্ত দূরে অবস্থিতি করে।

উল্কাপিণ্ডের প্রতি বিপলে ১৮ অবধি ৪০ মাইল গতি হইয়া থাকে। প্রতিবর্ষে পৃথিবীতে কত উল্কাপিণ্ড পতিত হয় তাহার সংখ্যা করিবার উপায় নাই। এক এক দিন লক্ষ লক্ষ উল্কাপিণ্ড আকাশমণ্ডলে আবির্ভূত হইতে দেখা গিয়াছে। ভারতবর্ষীয় শাস্ত্রকারেরা গ্রন্থ বিশেষে মধ্যে মধ্যে যে অগ্নিবর্ষণের প্রসঙ্গ করিয়াছেন, তাহা ঐ রূপ কোন উল্কা-পাত দর্শনে উদ্বোধিত হইয়াছে বোধ হয়।

উল্কা-পিণ্ড পতিত হইবার পূর্ব্বে দেখিতে পাওয়া যায় যে গগনমার্গে একটী আলোকের রেখা অতি দ্রুতবেগে ধাবিত হয় ও তৎপরক্ষণেই একটী মহাশব্দ উৎপন্ন হয়। কখন [illegible] ঐ শব্দ এমত গভীর হয় যে, উহা দ্বারা গৃহের গবাক্ষ ও কপাট সকল কম্পিত হইতে থাকে।

কখন কখন এরূপ দেখা যায় যে নির্ম্মল নভোমণ্ডলে সহসা একখানি কৃষ্ণবর্ণ মেঘ উদয় হয় ও ভয়ঙ্কর নিনাদ সহকারে ছিন্ন ভিন্ন হইয়া তাহারি মধ্য হইতে অবিরল ধারা সারের ন্যায় প্রস্তর খণ্ড সকল পতিত হইতে থাকে। কোন স্থলে প্রস্তর খণ্ডসকলের ভিন্ন ভিন্ন আকার দেখা যায় এবং তাহাদিগের সকলেরই উপাদান ও বাহ্য দশা এক প্রকার।

কখন কখন নির্ম্মল নভঃস্থল হইতে ও উল্কাপাত হইয়া

থাকে। ১৮৬৪ খৃঃ অব্দের ১৬ই সেপ্টেম্বর মলহসেনের নিকটবর্ত্তী ক্লেনওয়েণ্ডেন নামক স্থানে এক প্রকাণ্ড উল্‌কা-পিণ্ড ভীষণ শব্দ করিয়া পতিত হয়। ঐ সময়ে তথায় আকাশে মেঘের নামমাত্রও ছিল না।

উল্‌কাপাত সংক্রান্ত আর একটী প্রধান কথা এই যে উহা কখন লম্বভাবে পড়ে না, সর্ব্বদাই বক্রভাবে পতিত হয়। আর উহার পতন বেগ যে রূপ প্রবল পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ হইতে কখনই তদ্রূপ বেগের উৎপত্তি হইতে পারে না, সৌর জগতের গতির বেগ যেরূপ প্রচণ্ড উহারও ঠিক তদনুরূপ।

পৃথিবীতে যে সমস্ত উল্‌কাপিণ্ড পতিত হইয়াছে তন্মধ্যে ব্রেজিলে যে দুইটাই আছে তাহা সর্ব্বাপেক্ষা বৃহৎ। উহাদের পরিধি ৪ $\frac{১}{২}$। ৫ হাত হইবে।

উল্‌কাপিণ্ডের বাহ্য দৃশ্য ও উপাদান সামগ্রীগুলি যে সর্ব্বত্রই সমান তাহা পরীক্ষা দ্বারা সপ্রমাণ হইয়াছে। উহার উপরিভাগ উজ্জ্বল কৃষ্ণবর্ণ ও দগ্ধবৎ প্রতীয়মান হয়। নিম্ন লিখিত অষ্টাদশ পার্থিব পদার্থ গুলি উহার উপাদান।

৮ম তালিকা।

মিটালইড্‌স	ধাতু।	
১ অকসিজিন	১ আলুমিনম	৮ কোবাল্ট
২ গন্ধক	২ মেগ্নেসিয়ম	৯ ক্রোম
৩ ফসফারাস	৩ কালসিয়ম	১০ মাঙ্গানেস
৪ কার্ব্বণ	৪ পোটেসিয়ম	১১ তাম্র
৫ সিলিকন	৫ সোডিয়ম	১২ টিন
	৬ লৌহ	১৩ টিটেনিয়ম
	৭ নিকল	

উল্কাপিণ্ডতে যে পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায় তাহা পৃথিবীতেও আছে। পৃথিবীর খনির মধ্যে বিশুদ্ধ লৌহ ও বিশুদ্ধ নিকল-ধাতু প্রাপ্ত হওয়া যায় না, উহাদের সহিত অন্য বস্তু মিশ্রিত থাকে, পরে পরিষ্কৃত করিয়া লইতে হয়। কিন্তু উল্কাপিণ্ডে যে লৌহ ও নিকল প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহা বিশুদ্ধ, তাহার সহিত অন্য কোন পদার্থ মিশ্রিত থাকে না। ইদানীন্তন অনেকানেক প্রধান জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিতেরা বিবেচনা করেন, চন্দ্র যেমন নিরূপিত সময়ের মধ্যে পৃথিবী পরিভ্রমণ করে, কতকগুলি উল্কাপিণ্ডও কালক্রমে পৃথিবীর নিকটবর্ত্তী হওয়াতে সেইরূপ যথানিয়মে উহার চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করিতে আরম্ভ করিয়াছে।

উল্কাপাতকালীন অগ্নি ও আলোক বিকাশের এই কারণ নির্দ্ধারিত হইয়াছে যে, উল্কাপিণ্ড সমূহের প্রচণ্ড বেগে বায়ু এরূপ সঙ্কুচিত হয় যে উহা জ্বলিয়া উঠে, অথবা, উহার তাপ এত অধিক হয় যে উহা দ্বারা উল্কাপিণ্ড সকল প্রজ্জ্বলিত হয়। কেহ কেহ আর একটী কারণ নির্দ্দেশ করিয়া থাকেন প্রসিদ্ধ ফরাশি ক্ষেত্রতত্ত্ববিৎ পোইসন বলেন যে পৃথিবীর সন্নিহিত বায়ুরাশির উপরিভাগে তাড়িত বায়ু আছে; উল্কাপিণ্ড যখন ঐ তাড়িত বায়ুকে আঘাত করে তখনই অগ্নি ও আলোকের বিকাশ হয়।

অচল নক্ষত্র।

অন্ধকার রাত্রিতে গগণমণ্ডল যে অসংখ্য নক্ষত্র দ্বারা সুশোভিত হইয়া থাকে তাহা আপাততঃ দেখিতে ক্ষুদ্র বটে কিন্তু বস্তুতঃ তাহা নহে। ঐ সকল নক্ষত্র পৃথিবী অপেক্ষা

অনেক বৃহৎ; কিন্তু পৃথিবী হইতে অনেক অন্তরে আছে
লিয়া তাহাদিগকে অতিশয় ক্ষুদ্র বলিয়া প্রতীয়মান হয়।
ন্দ্র অপেক্ষা তাহারা বহুদূরে অবস্থিতি করিতেছে, এ জন্য
তাহারা চন্দ্র অপেক্ষাও এত ক্ষুদ্র বোধ হইয়া থাকে। তার
য সকল তারা দেখিতে অতি ক্ষুদ্র বোধ হয়, অর্থাৎ যাহা-
দিগের জ্যোতিঃ দেখিলে বোধ হয়, যেন একবার স্ফূর্ত্তি-
মান ও আবার নির্ব্বাণ হইতেছে ঐ সকল তারা দেদীপ্যমান
অপরাপর নক্ষত্র অপেক্ষা বহুদূরে অবস্থিত বলিয়া তাহাদি-
কে অত্যন্ত ক্ষুদ্র ও অস্পষ্ট বোধ হইয়া থাকে। আর সেই
মস্ত নক্ষত্রের সংখ্যা এত অধিক যে তাহা দেখিয়া অনায়া-
স স্থির করা যাইতে পারে না যে ঐটি অমুক নক্ষত্র। গগণ-
ণ্ডলে এই সকল জ্যোতিষ্কগণ দিবারাত্রি সমভাবেই ভাসমান
ইয়া রহিয়াছে, কিন্তু দিবাভাগে সূর্য্যকিরণের প্রখরতা-
বন্ধন দৃষ্টিগোচর হয় না, এজন্য উহাদিগকে সামান্যতঃ
কলেই নক্ষত্র বলিয়া থাকে, কিন্তু জ্যোতির্ব্বিদেরা উহাদি-
গের ভিন্ন ভিন্ন প্রকৃতি অনুসারে উহাদিগকে নানা শ্রেণীতে
বভক্ত করিয়াছেন।* যাহাদিগের পরস্পর দূরতা সকল
ময়ে একই প্রকার দেখিতে পাওয়া যায় এবং যাহারা
তাই স্বকীয় স্থানে অবস্থিতি করিতেছে, কেবল তাহারাই
কৃত নক্ষত্র নামে পরিগণিত। এই সমস্ত নক্ষত্রকে অচল
ক্ষত্র বলে। অচল নক্ষত্রের সংখ্যা আনুমানিক ৫০,০০০।

সচল নক্ষত্র বা গ্রহ।

কতকগুলি নক্ষত্র আকাশের কখন এক স্থানে কখন অন্য
নে অবস্থিতি করে এবং কখন বা অচলাবস্থায় থাকে, এই

সমস্ত নক্ষত্র হইতে অধিক জ্যোতিঃ বিকাশ হয়। ইহাদিগকে গ্রহ বলে। এই সমস্ত গ্রহ সকল সময়ে পরস্পর সমান অন্তরে ভ্রমণ করে না, এবং নক্ষত্র সম্বন্ধেও তাহাদিগের কখন নৈকট্য কখন বা দূরত্ব দেখিতে পাওয়া যায়। সমস্ত গ্রহ নিষ্প্রভ; সূর্য্যের জ্যোতিতে তাহারা আলোকময় হয়। কিন্তু নক্ষত্রগণের একটা বিশেষ গুণ এই যে, তাহারা স্বকীয় জ্যোতিঃ দ্বারা উজ্জ্বল হইয়া প্রকাশ পায়।

গগণমণ্ডলে যে সমস্ত নক্ষত্রাদি দৃষ্ট হইয়া থাকে, তন্মধ্যে দিবাভাগে যেটীকে অতি উজ্জ্বল দেখায় সেইটীর নাম সূর্য্য। সূর্য্য গ্রহ নহে। এদেশীয় অধিকাংশ জ্যোতির্ব্বিদিগের মতে সূর্য্য গ্রহ, অতি অল্পাংশের মতে নক্ষত্র বিশেষ। অপি অপর যে সমস্ত নক্ষত্র আছে জ্যোতির্ব্বিদেরা তাহাদিগকেও এক একটী সূর্য্য বলিয়া মীমাংসা করিয়াছেন; এবং এরূপ নির্দ্দেশ করিয়াছেন যে তাহারা সৌর জগতের ন্যায় এক এক জগতের মধ্য স্থানে অবস্থিত থাকিয়া চতুষ্পার্শ্ববর্ত্তী গ্রহ উপগ্রহ প্রভৃতিকে তেজ ও জ্যোতিঃ বিতরণ করিতেছে; এবং তথায় যাহারা বাস করে তাহাদিগকে সূর্য্যের ন্যায় সকলকে পালন করিয়া সুখ ও স্বচ্ছন্দ বিতরণ করিতেছে। এই সকল নক্ষত্রের মধ্যে কতকগুলির অতি আশ্চর্য্য লক্ষণ দেখিতে পাওয়া যায়। জ্যোতির্ব্বিদগণ ইহাদিগকে তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করেন, যথা—সাময়িক নক্ষত্র, অন্তর্হিত নক্ষত্র ও যমল নক্ষত্র।

সাময়িক নক্ষত্র।

যে সকল নক্ষত্র কোন কোন সময়ে অতি উজ্জ্বল, কোন কোন সময়ে অত্যন্ত নিষ্প্রভ এবং কখন বা অদৃশ্য হয়, তাহাদিগকে সাময়িক নক্ষত্র বলে।

অন্তর্হিত নক্ষত্র।

কতকগুলি নক্ষত্র প্রথমতঃ অতিশয় দীপ্তি সহকারে উদয় হইয়াছিল, কিয়দ্দিন পরে তাহাদিগের জ্যোতিঃ ক্রমশঃ হ্রাস হইতে হইতে অবশেষে তাহারা নভোমণ্ডলে বিলুপ্ত হইয়া গিয়াছে, তৎপরে তাহাদিগকে আর দেখিতে পাওয়া যায় নাই। এই সকল নক্ষত্রকে অন্তর্হিত নক্ষত্র বলে। দীর্ঘকাল পর্য্যন্ত এই সকল নক্ষত্র অদৃশ্য হইয়া থাকাতে এই উপলব্ধি হয়, যে তাহারা মন্দগতিতে বহুদূর পর্য্যন্ত স্বকীয় কক্ষে পরিভ্রমণ করিয়া থাকে, এজন্য তাহাদিগকে এপর্য্যন্ত দেখিতে পাওয়া যায় নাই।

যমল নক্ষত্র।

যে সকল নক্ষত্রের প্রতি দৃষ্টিপাত করিলে আপাততঃ একটী নক্ষত্রের ন্যায় জ্ঞান হয়, কিন্তু দূরবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা অবলোকন করিলে স্পষ্ট বোধ হয় যেন দুইটী নক্ষত্র কাছাকাছি সমবস্থিত হইয়া রহিয়াছে, সেই সকল নক্ষত্রকে যমল নক্ষত্র বলে। জ্যোতির্ব্বিদগণ ইহাদিগের গতি অনুসারে পরীক্ষা করিয়া জ্ঞাত হইয়াছেন যে কেবল আমাদিগের দৃষ্টিভ্রম প্রযুক্ত যে উহারা যমল বলিয়া প্রতীয়মান হয় এমত নহে, বাস্তবিক তাহারা এক স্থানে যমলভাবে সমবস্থিত রহিয়াছে।

গ্রহ, উপগ্রহ ও ধূমকেতুর সহিত তুলনা করিয়া, পূর্ব্বতন জ্যোতির্ব্বিদেরা নক্ষত্রগণকে নিতান্ত নিশ্চল বলিয়া নির্দ্দেশ করিয়াছিলেন। কিন্তু তাহা যথার্থ নহে। গ্রহাদির গতিবিধি বিষয়ে বিশ্বাধিপতির যাদৃশ চমৎকার শক্তি ও কৌশল দেখিতে পাওয়া যায়, নক্ষত্রগণের [illegible]ও তাদৃশ শক্তি ও কৌশল সুস্পষ্ট লক্ষিত হয়। অনেক নক্ষত্র

ক্রমশঃ স্থানান্তর হইতেছে, এমন কি গ্রীশদেশীয় পূর্ব্বকালীন জ্যোতির্ব্বিদেরা নভোমণ্ডলে যে যে স্থানে যে যে উজ্জ্বল নক্ষত্র দৃষ্টি করিয়াছিলেন, তাহার একটীও এক্ষণে সে স্থানে অবস্থিত নাই। তদ্ভিন্ন দুই নক্ষত্র পরস্পর পরস্পরের আকর্ষণ-গুণে আকৃষ্ট থাকিয়া অপর কোন নক্ষত্রের চতুর্দ্দিকে এক নির্দ্দিষ্ট পথ দিয়া পরিভ্রমণ করিয়া থাকে। এই ব্যাপার গগণ-মণ্ডলের সকল ভাগেই প্রত্যক্ষ হয়। নিত্য পরিবর্ত্তনই সমুদায় বিশ্বের স্বভাবসিদ্ধ লক্ষণ।

এক এক নক্ষত্র এক এক সূর্য্য স্বরূপ এবং অনেক নক্ষত্র তদপেক্ষাও বৃহত্তর ও তেজস্বিতর। বাস্তবিক, গণনা দ্বারা নির্দ্ধারিত হইয়াছে, লুব্ধক নামক নক্ষত্র সূর্য্য অপেক্ষা ৩৬ গুণ উজ্জ্বল! সূর্য্য-মণ্ডল এত প্রতাপবান কিন্তু উজ্জ্বলতা বিষয়ে তাহাকে নিকৃষ্ট নক্ষত্রগণের সহিত তুলনা করিতে হইল! এই সকল নক্ষত্র এত দূরে অবস্থিতি করিতেছে যে পৃথিবী হইতে তাহাদিগের দূরতা-পরিমাণ নিরূপণ করা দুঃসাধ্য। সংপ্রতি কোন কোন জ্যোতির্ব্বিদ অনেক কৌশলে নিকটবর্ত্তী ১০।১২ টা নক্ষত্রের দূরত্ব নির্দ্ধারণ করিয়াছেন। অঙ্ক দ্বারা এই দূরত্ব সংখ্যা নির্দ্দেশ করিতে পারা যায়, কিন্তু তাহা মনোমধ্যে সম্যক্প্রকারে ধারণ করা অসাধ্য। লুব্ধক তারা ন্যূনাধিক ৩,৫২,০০,০০,০০,০০,০০০ মাইল এবং ড্রাকনিস তারা ন্যূনাধিক ৩,৮০,০০,০০,০০,০০,০০০ মাইল অন্তরে অবস্থিত রহিয়াছে। অভিজিৎ নামক নক্ষত্র এত অন্তরে অবস্থিত রহিয়াছে, যে উহার জ্যোতিঃ * পৃথিবীতে উপনীত হইতে প্রায় এক বিংশতি বৎসর অতীত হয়। যদি অপেক্ষাকৃত নিকটবর্ত্তী চক্ষুর্গোচর নক্ষত্রগণ এরূপ দূরে

* জ্যোতিঃ প্রতি সেকেণ্ডে ৯৬,০০০ ক্রোশ গমন করে।

অপরিমিত যে তাহা মনন ও স্মরণ করিতে প্রবৃত্ত হইলে, হত জ্ঞান হইতে হয়, তবে হরিতালী-স্থিত যে সমস্ত তারকারাশি [illegible]বৎ প্রতীত হয়, অথবা যাহাদিগকে যন্ত্রসহকার ব্যতি-রেকে দেখিতে পাওয়া যায় না, তাহারা কত অন্তরে অব-স্থিত, তাহা কে গণনা করিতে পারে? তাহাদের দূরত্বের বিষয় পর্য্যালোচনা করিলে, হত বুদ্ধি হইতে হয়। জ্যোতি-র্বিদেরা ইহা সম্পূর্ণ সম্ভবপর বলিয়া উল্লেখ করিয়াছেন, যে অনেক অনেক নক্ষত্র-পুঞ্জের আলোক অবনি-মণ্ডলে উপনীত হইতে দশলক্ষ বৎসর অতীত হয়।

ছায়াপথ।

রজনীতে যখন চন্দ্রের আলোক বিশিষ্টরূপ উজ্জ্বল না হয়, অথচ অন্তরীক্ষ মেঘশূন্য থাকে, তখন ঈষৎ শুভ্র, সুদীর্ঘ, ৪° * হইতে ২০° পর্য্যন্ত আয়ত, অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তারকা সমাকীর্ণ, যে ভাগ গগণমণ্ডলের কটিবন্ধের ন্যায় দৃষ্ট হয় তাহাকে ছায়াপথ কহে। এই ছায়াপথ হরি-

---

* প্রত্যেক বৃত্ত ৩৬০ সমান ভাগে বিভাজিত এইরূপ কল্পনা করা যায়। এই সকল ভাগকে অংশ কহে। প্রত্যেক অংশ ৬০ সমান ভাগে বিভক্ত তাহাদিগকে কলা কহে, এবং প্রত্যেক কলা ৬০ সমান ভাগে বিভক্ত তাহাদিগকে বিকলা কহে। যে যে চিহ্নের দ্বারা অংশ, কলা ও বিকলা ব্যক্ত হয় তাহা ক্রমান্বয়ে বন্ধনীর মধ্যে লিখিত হইল (°), (′), (″)। যথা-১০° ২২′ ২৮″, অর্থাৎ ১০ অংশ ২২ কলা এবং ২৮ বিকলা এই বুঝিতে হইবে। অংশ কলা, বিকলাকে ইঙ্-রেজীতে ক্রমান্বয়ে ডিগ্রী, মিনিট, সেকণ্ড কহে। এই গ্রন্থে অংশ কলাদি এই অর্থেই ব্যবহৃত হইবে।

তালী অথবা স্বর্নদী এবং ইতরভাষায় হমের জাঙ্গাল বলিয়া প্রসিদ্ধ। ইহা কেবল নক্ষত্রে পরিপূর্ণ, অত্যন্ত দূরে অবস্থিত এই প্রযুক্ত ঐরূপ অতি সূক্ষ্ম শুভ্রবর্ণ নীরদ তুল্য প্রতীয়মান হইয়া থাকে। হর্শেল প্রভৃতি জ্যোতির্বিদগণ দূরবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা ছায়াপথের স্থানে স্থানে পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন যে ঐ সকল স্থানে অসংখ্য নক্ষত্র একত্র অবস্থিত হইয়া রহিয়াছে। এমন কি চন্দ্র-মণ্ডল যাহা নভোমণ্ডলের যৎকিঞ্চিৎ স্থান ব্যাপিয়া আছে, হরিতালীর অন্তর্গত তৎপরিমিত স্থানে ২,০০০ দুই সহস্র নক্ষত্র দৃষ্ট হয়। একদা উইলিয়ম হর্শেল স্বহস্ত বিনির্ম্মিত অদ্ভুত দূরবীক্ষণ দ্বারা হরিতালীর এক প্রদেশ পর্য্যবেক্ষণ করেন, তাহাতে একবার ১৫ মিনিটের মধ্যে একলক্ষ ষোড়শ সহস্র নক্ষত্র, এবং আর একবার ৪১ মিনিটের মধ্যে দুই লক্ষ অষ্টপঞ্চাশ সহস্র নক্ষত্র তাঁহার দূরবীক্ষণের দৃষ্টিক্ষেত্রে উপস্থিত হইয়াছিল। কিন্তু ঐ সকল নক্ষত্রকে যেরূপ পরস্পর সন্নিহিত থাকিতে দেখা যায়, বাস্তবিক সেরূপ নহে। সূর্য্য তাহার অতি নিকটবর্ত্তী নক্ষত্র হইতে যত দূরে অবস্থিত ঐ সকল নক্ষত্রও পরস্পর সেইরূপ অসীম ব্যবধানে অধিষ্ঠিত আছে, অথচ পৃথিবী হইতে দেখিলে বোধ হয় যেন তাহারা সকলেই এক স্থানে পুঞ্জীকৃত হইয়া রহিয়াছে।

দ্বিতীয় অধ্যায়।

পৃথিবী।

পৃথিবী গোলাকার * ; কিন্তু সম্পূর্ণ গোল নহে, উত্তর ও দক্ষিণ প্রান্তে কিঞ্চিৎ চাপা। ইহার ব্যাস প্রায় ৭৯১২ মাইল ও পরিধি প্রায় ২২০০০ মাইল। পৃথিবীকে আমরা স্থির বোধ করিয়া থাকি কিন্তু বাস্তবিক পৃথিবী স্থির নহে, ইহা সূর্য্য হইতে প্রায় ৯,৫০,০০.০০০ নয়কোটি পঞ্চাশ লক্ষ মাইল অন্তরে থাকিয়া বৃত্তাভাস পথে সূর্য্যকে বেষ্টন করিয়া অনবরত পরিভ্রমণ করিতেছে। এই বৃত্তাভাস পথকে কক্ষ বলে। পৃথিবীর গতি দুই প্রকার, আহ্নিক ও বার্ষিক। পৃথিবী ২৩ হোরা ৫৬ মিনিট ৪ সেকেণ্ডে আপন কক্ষে চক্রের ন্যায় যে একবার ঘুরিয়া থাকে উহাকে তাহার আহ্নিক গতি বলে, আর ঐরূপ ঘুরিতে ঘুরিতে ৩৬৫ দিন ৬ হোরা ৯ মিনিট ১০ সেকেণ্ডে যে একবার সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে উহাকে তাহার বার্ষিক গতি বলে। পৃথিবীর গতি অতি দ্রুত; প্রতি হোরায় প্রায় ৫৯,৮০০ মাইল গমন করিয়া থাকে।

---

* পৃথিবী গোলাকার হইবার কারণ এই যে, কোন পদার্থের পরমাণু সকল যোগাকর্ষণ গুণে দৃঢ়রূপে সম্বদ্ধ না হইলে উহা আপনা হইতেই গোলাকার ধারণ করে; যেমন বৃষ্টির জল ফোটা ফোটা হইয়া পড়ে, অশ্রুজল গলিত হইয়া বিন্দুরূপে নির্গত হয়, এবং মিঠাইয়ের বুঁদি সমস্ত ও ছররা গুলির ছিটাগুলি সকল গোল হইয়া পড়ে।

ভূমণ্ডলের চতুরংশের প্রায় তিন অংশ জলেতে পরিপূর্ণ এবং এক অংশমাত্রস্থল।* এই স্থলভাগ বৃক্ষ, লতা, পশু, পক্ষী প্রভৃতির ও নানা জাতীয় মনুষ্যগণের আবাস স্থান হইয়াছে। ঐ স্থলভাগ যে অতি বিস্তৃত জলরাশিতে পরিবেষ্টিত, তাহাকে মহাসমুদ্র কহে। মহাসমুদ্রের উত্তর দক্ষিণ প্রান্ত অত্যন্ত শীতল, এ নিমিত্ত জমিয়া বরফ হইয়া রহিয়াছে।

পৃথিবীর উপরিভাগ সমতল নহে, কোন স্থান উচ্চ কোন স্থান নিম্ন। উন্নত ভাগ অপেক্ষায় সমতল ক্ষেত্র অধিক।

এই জল-স্থলময় পৃথিবী বায়ুমণ্ডলের দ্বারা পরিবেষ্টিত রহিয়াছে, যাহাকে পণ্ডিতেরা ভূবায়ু শব্দে নির্দ্দেশ করিয়াছেন। এই ভূবায়ু ঊর্দ্ধে প্রায় চল্লিশ মাইল পর্য্যন্ত ব্যাপ্ত থাকিয়া জন্তু ও উদ্ভিজ্জের জীবন পালন করিতেছে। জলজন্তুগণ যেমন জলমধ্যে মগ্ন থাকে, আমরা সেইরূপ ঐ বায়ুরাশিতে নিমগ্ন রহিয়াছি।

পৃথিবীর একটী উপগ্রহ বা পারিপার্শ্বিক আছে তাহাকে আমরা চন্দ্র বলিয়া থাকি। এই চন্দ্রের সহিত বায়ুমণ্ডলাবৃত পৃথিবী সম্বৎসর কালে সূর্য্যকে একবার পরিভ্রমণ করে।

---

* পৃথিবীর আয়তন গ্রন্থকর্ত্তারা ১৯,৬৫,০০,০০০ বর্গ মাইল পরিমিত বলিয়া নির্ণয় করেন, তাহার ১৪,৫৩,০০,০০০ বর্গ মাইল জলে আবৃত; অবশিষ্ট ৫,১২,০০,০০০ বর্গ মাইল স্থল। ঐ স্থলের ৩,৭০,০০,০০০ বর্গ মাইল প্রাচীন পৃথ্বী-খণ্ডে সংস্থিত আছে, অবশিষ্ট ১৪২,০০,০০০ বর্গ মাইল নূতন পৃথ্বীর আয়তন সম্পন্ন করে। পৃথিবীর পরমাণু সমষ্টির পরিমাণ প্রায় ৬১,৬০,০০,০০,০০,০০,০০,০০,০০,০০,০০,০০,০০০ মন।

পৃথিবীর আকার।

পৃথিবী অসীম সমতল ও চতুরস্র বলিয়া অনেকের আপাততঃ প্রতীতি জন্মে, কিন্তু বাস্তবিক তাহা নয়; ইহা গোলাকার। *

---

* এদেশীয় অনেকের এমত সংস্কার আছে যে, পৃথিবী দর্পণের ন্যায় সমভূমি, ত্রিকোণাকৃতি এবং নাগ পৃষ্ঠ কূর্ম্ম পৃষ্ঠ প্রভৃতি নানা আধারোপরি স্থিত, এ সংস্কার পুরণাদির কল্পনা হইতে উৎপন্ন হইয়াছে। প্রকৃত জ্যোতিষ শাস্ত্রে নির্ণীত আছে যে, পৃথিবী বর্ত্তুলের ন্যায় গোলাকার, এবং নিরাধার হইয়া শূন্যেতে স্থিতি করিতেছে। ভাস্করাচার্য্য-কৃত গোলাধ্যায়ের এই পশ্চাল্লিখিত কতিপয় শ্লোক দ্বারা তাহা সপ্রমাণ হইতেছে। যথা—

সর্ব্বতঃ পর্ব্বতারাম গ্রাম চৈত্যচয়ৈশ্চিতঃ।
কদম্ব কুসুম গ্রন্থিঃ কেসর প্রসরৈরিব॥

কদম্ব পুষ্পের গ্রন্থি যে প্রকার কেসর সমূহ দ্বারা বেষ্টিত থাকে, তদ্রূপ পৃথিবীপিণ্ড, বন, পর্ব্বত, গ্রাম, চৈত্য দ্বারা বেষ্টিত রহিয়াছে।

নান্যাধারঃ স্বশক্ত্যৈব বিয়তি নিয়তং তিষ্ঠতীহাস্য পৃষ্ঠে।
নিষ্ঠং বিশ্বঞ্চ শশ্বৎ সদনু জমনু জাদিত্য দৈত্যং সমন্তাৎ॥

বিনা আধারে পৃথিবী স্বভাবতঃ আকাশে স্থিতি করিতেছে, এবং তাহার পৃষ্ঠে দেব, দৈত্য, দানব, মনুষ্য সমুদায় স্থাপিত রহিয়াছে।

মূর্ত্তো ধর্ত্তা চেদ্ধরিত্র্যাস্তদন্যস্তস্যাপ্যন্যোঽপ্যেবমত্রানবস্থা।
অন্ত্যে কল্প্যাচেৎস্বশক্তিঃকিমাদ্যেকিংনোভূমেঃসাষ্টমূর্ত্তেশ্চমূর্ত্তিঃ

যদি এমত মান্য করা যায় যে এই পৃথিবীর মূর্ত্তিমান আধার আছে তবে তাহার আশ্রয় জন্য পুনর্ব্বার অন্য

পৃথিবীর আকার।

ইউরোপীয় জ্যোতির্ব্বিদ্ পণ্ডিতেরা পৃথিবীর গোলত্ব যেরূপে পরীক্ষা ও সপ্রমাণ করিয়াছেন, তাহা সংক্ষেপে উল্লিখিত হইতেছে।

সমুদ্রতটে দণ্ডায়মান থাকিয়া যখন কোন অর্ণবযানের আগমন দৃষ্টি করা যায়, তখন প্রথমে তাহার অগ্রভাগ দৃষ্ট হয়, পরে তাহা যত অগ্রসর হয় ততই ক্রমে ক্রমে তাহার নিম্ন ভাগের দর্শন হইতে থাকে। আর যখন কোন অর্ণবযানকে আমাদের নিকট হইতে স্থানান্তরে গমন করিতে দেখা যায়, তখন প্রথমতঃ তাহার নিম্নভাগ অদৃষ্ট হইতে থাকে; পরে ক্রমে ক্রমে সমুদায় অর্ণবযান দৃষ্টিপথের অতীত হয়। এই দুই প্রত্যক্ষ ব্যাপার দ্বারা সপ্রমাণ হইতেছে যে, দর্শক ও দূরবর্ত্তী অর্ণবযানের মধ্যবর্ত্তী ভূভাগ এরূপ উচ্চ যে তাহা অতিক্রম করিয়া দৃষ্টি চলে না। পৃথিবীর কোন একটী নির্দ্দিষ্ট স্থানে এরূপ ঘটে এমন নহে; যে কোন স্থান হইতে দূরবর্ত্তী পদার্থ নিরীক্ষণ করা যায়, সেই স্থানেই মধ্যবর্ত্তী ভূভাগ দর্শকের দৃষ্টিপথ প্রতিরোধ করে। আমরা যাদৃশ সমুদ্রে পৃথিবীর গোলতার প্রমাণ পাই স্থলে তাদৃশ প্রমাণ না পাওয়ার হেতু এই যে, স্থল পর্ব্বত, বৃক্ষ ও গ্রামাদিতে সমাকীর্ণ এই প্রযুক্ত উহার গোলতা সুস্পষ্ট লক্ষিত হয় না। কিন্তু

আধার আবশ্যক এবং সেই দ্বিতীয় আধারের ধারণ জন্য তৃতীয় এক আধার আবশ্যক হয়, এই প্রকার আধারের আর শেষ হয় না। অতএব যদি অবশেষে এমত এক আধার কল্পনা করিতে হইল যে স্বীয় শক্তিদ্বারা আকাশে স্থিতি করিতে পারে, তবে যে পৃথিবীতেই এমত শক্তি আছে কেন না স্বীকার কর? পৃথিবী অষ্ট মূর্ত্তির এক মূর্ত্তি।

উত্তরে তাহার ন্যায় যে অঞ্চল আছে, তাহা সমতল এবং বৃক্ষাদি রহিত। এজন্য সেখানে যখন কোন মনুষ্যকে দূর হইতে আসিতে দেখা যায় তখন প্রথমে তাহার মস্তক দৃষ্ট হয়, ক্রমে স্কন্ধ, কক্ষ, অবশেষে অতি নিকটবর্ত্তী হইলে তাহার পা পর্য্যন্ত দেখিতে পাওয়া যায়।

মেগেলন, ড্রেক, কাপ্তেন কুক প্রভৃতি বিখ্যাত নাবিক-গণ পোতারোহণ পূর্ব্বক ইউরোপের পশ্চিম সমুদ্রে যাত্রা করিয়া কেহ বা পূর্ব্বাভিমুখে কেহ বা পশ্চিমাভিমুখে ক্রমাগত গমন করিয়াছিলেন। গমন করিতে করিতে কিছুদিন পরে তাঁহারা দেখিলেন, যে অক্ষরেখা হইতে প্রস্থান করিয়া ছিলেন, সমুদায় ভূমণ্ডল প্রদক্ষিণ করিয়া পুনর্ব্বার সেই অক্ষরেখায় আসিয়া উত্তীর্ণ হইয়াছেন। ইহাতে বিলক্ষণ সপ্রমাণ হইতেছে যে পৃথিবী অন্ততঃ পূর্ব্ব পশ্চিমে গোলা-কার। পৃথিবীর অন্য কোন আকার হইলে উক্ত নাবিকেরা ইহার প্রান্তভাগে উপস্থিত হইতেন, এবং সেখানে দিক্ পরিবর্ত্তন না করিয়া পুনর্ব্বার পূর্ব্ব অক্ষরেখাতে প্রত্যাগমন করিতে পারিতেন না। এক্ষণে পৃথিবীকে বেষ্টন করা এমন সুগম হইয়াছে যে বাণিজ্য পোত ৬।৭ মাসের মধ্যে পৃথিবী-বেষ্টন করিতেছে।

জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিতেরা নির্ণয় করিয়াছেন যে, পৃথি-বীর পূর্ব্ব প্রান্তের দেশসমূহে সূর্য্যোদয় যত শীঘ্র হয় পশ্চিম প্রদেশে অরুণপ্রকাশ তত শীঘ্র হয় না। পূর্ব্ব প্রদেশ বাসীরা সূর্য্যকে পশ্চিম প্রদেশবাসীদিগের অপেক্ষা অগ্রে উদিত ও অস্তমিত হইতে দৃষ্টি করে। পৃথিবীর উপরিভাগ পূর্ব্ব পশ্চিমে গোল না হইলে এরূপ হইতে পারিত না।

অপর, জ্যোতির্ব্বিদেরা ইহাও সপ্রমাণ করিয়াছেন যে পৃথিবীর পূর্ব্ব অঞ্চলে যে সমস্ত জাতি বাস করিয়া থাকে তাহারা সূর্য্য বা চন্দ্র গ্রহণ হইলে অগ্রে দেখিতে পায় এবং যে যে জাতিরা পৃথিবীর পশ্চিম অঞ্চলে বাস করে তাহারা তৎপশ্চাৎ দেখিতে পায়। যখন দুই স্থানের মধ্যে পূর্ব্ব পশ্চিমে ১৫° ব্যবধান থাকে তখন তাহাদিগের চন্দ্র বা সূর্য্য গ্রহণ দেখিতে এক হোরা অগ্রপশ্চাৎ হয়। অর্থাৎ যে স্থানটী পূর্ব্বভাগে তত্রত্য লোকেরা যে সময়ে গ্রহণ দেখিবে, ১৫° পশ্চিমে যে স্থানটী অবস্থিত তথাকার লোকে তাহার এক হোরা পরে উক্ত গ্রহণ দেখিতে পাইবে। যদি পৃথিবী গোলাকার না হইয়া সমভূমি হইত তাহা হইলে পৃথিবীস্থ সমস্ত দেশের লোক এক কালে গ্রহণ দর্শন করিতে পারিত এবং সমস্ত দেশে এক সময়েই সূর্য্যের উদয় ও অস্ত হইত।

রাত্রিকালে আকাশমণ্ডলে দৃষ্টিপাত করিলে বোধ হয়, যে আমরা যে স্থানে দণ্ডায়মান থাকি তাহার উত্তরের ও দক্ষিণের নক্ষত্র সকল ক্রমশই যেন ভূতলের নিকটবর্ত্তী হইতেছে। আর যে সকল নক্ষত্র আমাদের মস্তকের উপরিভাগে তাহারাই সর্ব্বাপেক্ষা উচ্চ। কিন্তু যদি কিছু দিন একাদিক্রমে উত্তর মুখে গমন করা যায় তাহা হইলে উত্তর দিকের নক্ষত্রগণ ক্রমশই অধিক উচ্চ দেখায়, দক্ষিণ দিকের নক্ষত্র সকল পূর্ব্বাপেক্ষা বিস্তর নিম্ন বোধ হয়, এবং অবশেষে একবারেই অদৃশ্য হইয়া যায়। আর যে সকল নক্ষত্র আমরা পূর্ব্বে অতি উচ্চ বলিয়া বোধ করিয়াছিলাম, তাহারা ক্রমশই নিম্ন হইতে থাকে, এবং আরও উত্তরে গেলে একবারেই অদৃশ্য হইয়া পড়ে।

দক্ষিণাভিমুখে গমন করিলেও এই ব্যাপার প্রত্যক্ষ হয়। ভূমণ্ডল যদি উত্তর দক্ষিণে গোল না হইয়া সমতল হইত, তাহা হইলে কখনই দর্শকের অবস্থান ভেদে নক্ষত্রবৃন্দের উচ্চতার হ্রাস বৃদ্ধি ও অন্তর্দ্ধান হওয়া সম্ভব হইত না। পৃথিবী যে পূর্ব্ব পশ্চিমে গোল তাহা ইতিপূর্ব্বে সপ্রমাণ করা গিয়াছে, এক্ষণে ইহার উত্তর দক্ষিণের গোলত্ব ও প্রতিপন্ন হইল, অতএব ইহা যে বর্ত্তুলাকার তাহার কোন সন্দেহ নাই। পর্ব্বতাদির উচ্চতা ও হ্রদাদির নীচতা প্রযুক্ত পৃথিবী নতোন্নত হইয়াছে, কিন্তু এই বলিয়া তাহার গোলতার অপলাপ করা যাইতে পারে না; বাতাবী লেবুর ছাল মসৃণ নহে, তাহা কোন স্থানে উচ্চ কোন স্থানে নীচ, কিন্তু তথাপি তাহাকে গোল দেখায় ও গোল বলিয়া তাহাকে সকলে নির্দ্দেশ করিয়া থাকে। অপর পৃথিবীর অত্যুচ্চ পর্ব্বত হিমালয়, কিন্তু উহার উচ্চতার পরিমাণ ৫ মাইলের অধিক নয়, এদিকে পৃথিবীর ব্যাস ৮,০০০ মাইল, অতএব ৮,০০০ মাইল ব্যাপ্ত যে পদার্থ তাহার উপর যদি ৫ মাইল উচ্চ পদার্থ সংলগ্ন থাকে, তাহা হইলে তাহার আকারগত বৈলক্ষণ্য কখনই অনুভূত হইবার নহে।

জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিতেরা সিদ্ধান্ত করিয়াছেন, পৃথিবীর ছায়া চন্দ্রমণ্ডলে পতিত হওয়াতে, চন্দ্রগ্রহণ হয়। সকলেই প্রত্যক্ষ করিয়াছেন গ্রহণ সময়ে চন্দ্রের উপর পৃথিবীর যে ছায়া পড়ে তাহা সর্ব্বদাই বৃত্তাংশ সদৃশ। পৃথিবীর আকার গোল না হইলে ঐ ছায়া কখনই বৃত্তাকার দেখাইত না। কারণ গোল বস্তু ব্যতিরেকে অন্য বস্তুর ছায়া সর্ব্বতোভাবে গোলাকার হইতে পারে না।

ভূতলের যে কোন স্থান হইতে দৃষ্টি নিক্ষেপ কর চতু-

দ্দিক গোলাকার দেখায়; পৃথিবীর গোলত্বই এরূপ গোলাকার দেখাইবার কারণ। কোন বর্ত্তুলাকার বস্তুকে যত্রেচ্ছা কাটিয়া দ্বিখণ্ড করিলে উভয় খণ্ডেরই ছেদমুখ গোলাকার হয়। বর্ত্তুল ভিন্ন অন্য কোন আকারের বস্তুকে যত্রেচ্ছা কাটিলে সেরূপ গোলাকার খণ্ড পাওয়া যায় না। ভূতলের যেখানে আমাদের দৃষ্টি বোধ হয়, সেই খানেই যে পৃথিবীর শেষ এমন কেহই মনে করেন না, পৃথিবী তাহার অপর দিকে অসীমবৎ বিস্তীর্ণ রহিয়াছে, কিন্তু দিগবলয় রেখা সেই দিককে আমাদের দৃষ্টিপথের বহির্ভূত করিয়া রাখিয়াছে। ফলতঃ দিগবলয় রেখা দ্বারা পৃথিবী দুইখণ্ডে বিভক্ত বলিয়া অনুভূত হয়; আর যে খণ্ড আমাদের দৃষ্টিগোচর হয়, তাহার ছেদ মুখকে গোলাকার দেখায়। সুতরাং ভূমণ্ডল অবশ্যই গোলাকার হইবে।

পৃথিবীর গোলতার অন্যতম প্রমাণ এই, যখন কোন প্রণালী দ্বারা এক স্থান হইতে স্থানান্তরে জল লইয়া যাইবার আবশ্যক হয়; তখন ঐ প্রণালীকে সমতল করিয়া খনন করিলে কিয়দ্দূর যাইয়া জলের গতি রোধ হয়। জলের গভীরতা সমান রাখিতে হইলে এক মাইলে ৮ ইঞ্চি ঢাল রাখিতে হইবে, দুই মাইলে ৩২ ইঞ্চি, তিনমাইলে ৭২ ইঞ্চি, ইত্যাদি। এই রূপে প্রণালীকে যত অধিক দূর বিস্তৃত করিতে হয়, ততই তাহার ঢাল দূরত্বের বর্গানুসারে বৃদ্ধি করিতে হইবে। অর্থাৎ প্রণালীকে যত মাইল দীর্ঘ খনন করিতে হইবে, তাহাকে তত গুণ করিয়া ৮ দিয়া পূরণ করিলে যে গুণফল প্রাপ্ত হওয়া যায়, ঐ প্রণালীর ঢাল তত ইঞ্চি করিতে হয়। যদি পৃথিবী গোল না হইয়া

সমতল হইত তাহা হইলে প্রণালীকে সমতল করিয়া খনন করিলে সকল স্থানেই জলের গভীরতা সমান হইত।

পৃথিবীর আকার গোল বটে কিন্তু সম্পূর্ণ ভাবে নহে, যদি সর্ব্বতোভাবে গোল হইত তাহা হইলে উহার আকর্ষণশক্তি উহার উপরিভাগস্থ সমস্ত বস্তুর উপর সমান রূপে প্রযুক্ত হইত; কিন্তু পশ্চাৎ দৃষ্ট হইবে যে সমস্ত বস্তু সমভাবে আকৃষ্ট হয় না। পৃথিবীর উত্তর দক্ষিণ কিঞ্চিৎ চাপা এবং মধ্যভাগ কিঞ্চিৎ স্ফীত। উহার কেন্দ্র হইতে নিরক্ষ দেশ যত দূর, সুমেরু ও কুমেরু ততদূর নহে। পৃথিবীর আকর্ষণ কেন্দ্রের নিকটবর্ত্তী স্থানে যত তদপেক্ষা-দূরবর্ত্তী স্থানে তত নহে। অতএব নিরক্ষ দেশ অপেক্ষায় সুমেরু কুমেরুতে পৃথিবীর আকর্ষণ অধিক। ইহা নির্দ্ধারিত হইয়াছে যে, পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণশক্তিই পরিদোলকের * দোলনের কারণ। অত-

---

* যদি কোন ভারী বস্তু তার অথবা সূত্রে বদ্ধ করিয়া এপ্রকার ভাবে লম্বমান করিয়া রাখা যায়, যে দোলাইলে, বিনা ব্যাঘাতে অনবরত দুলিতে থাকে, তাহা হইলে উহাকে পরিদোলক বলা যায়। ঐ প্রকার পরিদোলক ঘটি যন্ত্রে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। উহার নীচে যে ভারি বস্তুটী থাকে, তাহার নাম দোলপিণ্ড। যে সূত্র বা তারের দ্বারা ঐ পিণ্ড বদ্ধ থাকে, তাহার নাম যোযক সূত্র; ঐ যোযক সূত্র যাহাতে বদ্ধ থাকে তাহার নাম কীলক। পরিদোলককে দুলাইয়া দিলে যে চক্রাকার পথে দুলিতে থাকে তাহাকে চাপ কহে এবং ইহার গতি বন্ধ হইলে দোলপিণ্ডটী ঐ চাপের যে প্রদেশে গিয়া স্থির হইয়া থাকে তাহার নাম বিরতি স্থান। যতক্ষণ না দোলপিণ্ডকে

এব ধরাতলে যে স্থানে যত আকর্ষণ, পরিদোলকের বেগ সে স্থানে তত বৃদ্ধি হয় তাহার সন্দেহ নাই। সুমেরু ও কুমেরু প্রদেশ অপেক্ষায় নিরক্ষ প্রদেশে পৃথিবীর আকর্ষণ অনেক ন্যূন; এই হেতু পরিদোলকের বেগ পৃথিবীর প্রান্তভাগে অধিক ও মধ্য স্থলে অল্প হয়। বাস্তবিক পদার্থবিৎ পণ্ডিতেরা পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন, পরিদোলকের দোলন অন্য স্থান অপেক্ষা পৃথিবীর প্রান্তভাগে অধিক

এক দিকে উত্তোলন করিয়া ত্যাগ করা যায়, ততক্ষণ উহা এক স্থানে স্থির থাকে। কোন দিকে কিঞ্চিৎ তুলিয়া ছাড়িয়া দিলেই উহা পৃথিবীর আকর্ষণে আকৃষ্ট হইয়া পতনোন্মুখ হয়। কিন্তু যোযক সূত্র দ্বারা কীলকে বদ্ধ থাকাতে পতিত হইতে না পারিয়া বিরতি স্থানে আসিয়া উপস্থিত হয়। বিরতি স্থানে আসিতে আসিতে উহার বেগ এমন প্রবল হইয়া উঠে যে, সে স্থানে স্থির থাকিতে না পারিয়া নীচে হইতে উপরে উঠিয়া যায় এবং মাধ্যাকর্ষণশক্তি প্রভাবে উহা পুনর্ব্বার উপর হইতে নীচে নামিয়া বিরতি স্থানে পতিত হয়। পতিত হইতে হইতে আবার তাহার বেগ এত বৃদ্ধি হয়, যে তথায় স্থির হইতে না পারিয়া যে স্থান হইতে পরিত্যক্ত হইয়াছিল সেই স্থান পর্য্যন্ত উত্থিত হয়। এই রূপে বারম্বার দুলিতে থাকে। পরিদোলকের একবার অধঃপতন ও ঊর্দ্ধগমন হইলেই একবার দোলন হইল বলা যায়। ইহার অধঃপতন ও ঊর্দ্ধগমন উভয়ই সমকালে নিষ্পন্ন হয়। যদি বায়ুর প্রতিবন্ধকতা ও কীলকের সহিত যোযক সূত্রের ঘর্ষণ না হইত তাহা হইলে পরিদোলককে একবার দুলাইয়া দিলে কদাপি তাহার বেগ আপনা হইতে ক্রমশঃ মন্দীভূত হইয়া নষ্ট হইত না।

বেগবান্. তথা হইতে যত অন্তর হইবে ততই তাহার গতি মৃদু হইবে। যদি পরিদোলকের দোলনের কাল সমান করিয়া রাখিতে হয়, তাহা হইলে উহার যোজকসূত্রের দৈর্ঘ্য কদাপি সমান রাখা যাইতে পারে না। যে পরিদোলক মেরু সন্নিহিত দেশে এক সেকেণ্ডে একবার দুলে * তাহাকে নিরক্ষ দেশে আনিয়া উক্ত দোলন সমভাবে রাখিতে হইলে উহার যোজকসূত্র কিঞ্চিৎ হ্রস্ব করিতে হয়। অতএব ইহাতেই প্রতীয়মান হইতেছে যে পৃথিবী সম্পূর্ণ গোল নয়। ইহার নিরক্ষ দেশ মেরু প্রদেশ অপেক্ষা কিঞ্চিৎ স্ফীত। পৃথিবী সর্ব্বতোভাবে গোল হইলে একপ্রকার পরিদোলক ব্যবহার করিলেই দোলন কালের পরিমাণ সর্ব্বত্র সমান থাকিত, অর্থাৎ এক সেকেণ্ডে একবার দোলন কার্য্য সমাধা করাইবার নিমিত্ত যোযক-সূত্রকে কোন স্থানে হ্রস্ব কোন স্থানে দীর্ঘ করিতে হইত না।

ভূমণ্ডলের মধ্যদেশ অর্থাৎ নিরক্ষপ্রদেশ যে স্ফীত তাহার কারণ এই যে পৃথিবী প্রতিদিবস আবর্ত্তন করিতেছে বলিয়া তাহার মধ্য দেশে কেন্দ্রাপসারণী শক্তির প্রভাব অতিশয় গুরুতর হয়; এবং ঘূর্ণায়মান বস্তু যদি সমধিক কঠিন না হয়, তাহা হইলে যে অংশের কেন্দ্রাপসারণী শক্তি অধিক, সেই অংশ স্ফীত হইয়া উঠে, যথা—

কোন আর্দ্র মৃৎপিণ্ডের মধ্যদেশে একটা শলাকা প্রবেশ করিয়া, তাহার দুই প্রান্ত হস্তে ধারণ করিয়া

---

* সকল পরিদোলকই কিছু এক সেকেণ্ডে একবার দুলে এমত নহে। পরিদোলকের যোজকসূত্র যত দীর্ঘ হয় উহার দোলনে তত অধিক কাল লাগে।

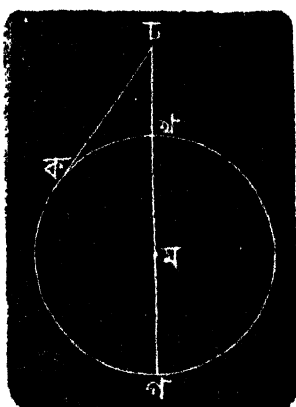
ক্রমাগত ঘুরাইলে সেই মৃৎপিণ্ডের মধ্য দেশ স্ফীত হইয়া উঠে, এবং তাহার উভয় পার্শ্ব তৎপরিমাণে নত হইয়া যায়। এই রূপে পৃথিবীর মধ্যদেশ ক্রমে ক্রমে ২৬ মাইল স্ফীত হইয়া উঠিয়াছে।

পৃথিবীর ব্যাসপরিমাণ।

পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে, পৃথিবীর ব্যাস প্রায় ৮,০০০ মাইল। ইহা মাপিয়া সপ্রমাণ করা যাইতে পারে না বটে কিন্তু ইহার প্রমাণার্থ পণ্ডিতেরা একটী অতি সুন্দর কৌশল স্থির করিয়াছেন; তাহা এই কোন পরিসর স্থানে বা অতি প্রশস্ত নদীর কূলে একটী লম্বা কীলক এরূপে প্রোথিত করিতে হইবে যে, উহা ১০ ফুট মাটির উপরে থাকে; যদি দর্শন রোধ করে এমন কোন বস্তু মধ্যে না থাকে, তাহা হইলে ঐ কীলক ৮ মাইল দূর হইতে দেখা যাইতে পারে, ঐ ৮ মাইলের স্থলে আর একটী লম্বা কীলক প্রোথিত করিতে হইবে। উভয় কীলকের ঠিক মধ্যস্থানে অর্থাৎ ৪ মাইলের সীমায় দিগ্বলয় রেখা; এক্ষণে কীলকের উচ্চতা ১০ ফুট; দিগ্বলয় রেখা দর্শকের নিকট হইতে ৪ মাইল অন্তর, সুতরাং দৃষ্টি মণ্ডল ২৪ মাইল; কারণ ৪ মাইল দৃষ্টি মণ্ডলের ব্যাসার্দ্ধ। ইহাতে পণ্ডিতেরা স্থির করিয়াছেন, যে দৃষ্টি মণ্ডলের ব্যাসার্দ্ধ (৪ মাইল) কীলক (১০ ফুট) হইতে যত বেশী, পৃথিবীর ব্যাস দৃষ্টিমণ্ডলের ব্যাসার্দ্ধ অপেক্ষা তত বেশী। তবেই ১০ ফুট অপেক্ষা ৪ মাইল যত গুণ বেশী পৃথিবীর ব্যাস ৪ মাইল অপেক্ষা ততগুণ বেশী। প্রত্যেক মাইলে ৫,২৮০ ফুট হয়।

৪ মাইলে ২১,১২০ ফুট। আর ৪ মাইল ১০ ফুটাপেক্ষা ২,১১২ গুণ বেশী। এখন ২,১১২ কে ৪ গুণ করিলে পৃথিবীর ব্যাস লব্ধ হইবে, তবেই পৃথিবীর ব্যাস ৮,৪৪৮ মাইল হইল এবং ঐ ব্যাস সংখ্যা তিন গুণ করিলে ন্যূনাধিক ২৫.০০০ মাইল হয়; অর্থাৎ পৃথিবীর পরিধির পরিমাণ প্রাপ্ত হওয়া যায়; কারণ বর্ত্তুলাকার দ্রব্য মাত্রেরই পরিধি ব্যাসের ত্রিগুণ হইতে কিঞ্চিৎ অধিক।

গ্রহাদির উচ্চতা পরিমাণ করিতে হইলে পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধকে তলরেখা করিয়া গ্রহাদির দূরতা স্থিরীকৃত হইয়া থাকে।

প্রত্যক্ষ দর্শনে জানা গিয়াছে যে সরল ভূমির দশ ফুট উপরে চক্ষু রাখিলে গৃহ বৃক্ষাদির ব্যবধান না থাকিলে চারিমাইল পর্য্যন্ত ধরাতল দৃষ্টিগোচর হয়; ইহার দ্বারা পৃথিবীর ব্যাসের দীর্ঘতা অন্যপ্রকারে নির্ণয় হইতে পারে, যথা:—

পৃথিবীকে যদি ক খ গ বলিয়া কল্পনা করা যায় ও যেখানে দর্শকের চক্ষু থাকে সেই উচ্চ স্থানকে যদি চ নাম দেওয়া যায়, এবং ক চিহ্ন যদি দর্শকের দৃষ্টির সীমা হয়; তবে ক খ চারি মাইল দীর্ঘ চাপ হইবে, এবং সমস্ত পৃথিবীর সহিত তুলনা করিলে ইহাকে অতি ক্ষুদ্র বলিয়া বোধ হইবে। ইহার স্পর্শক ক চ রেখা ৪ মাইল হইতে কিঞ্চিদধিক। অপর ম কেন্দ্র দিয়া সম্মুখস্থ পরিধি পর্য্যন্ত চ গ রেখা টানিলে খ গ পৃথিবীর ব্যাস হইবে, এবং চ গ ব্যাস হইতে দশ ফুট দীর্ঘতর হইবে।

এমত হইলে ইউক্লিড রচিত ক্ষেত্র তত্ত্বের ৩।৩৬ প্রতিজ্ঞানুসারে $\text{গ চ}.\text{চ খ} = \text{ক চ}^{২}$; সুতরাং চ খ দশ ফুট অর্থাৎ এক মাইলের $\frac{১}{৫২৮}$ ভাগ ও ক চ ৪ মাইল হওয়াতে,

$$\left(\text{খ গ} + \frac{১}{৫২৮}\right) \times \frac{১}{৫২৮} = ১৬$$

$\therefore \frac{\text{খ গ}}{৫২৮} = ১৬ - \frac{১}{২৭৮৭৮৪} \therefore \text{চ খ} = ৮৪৪৮ - \frac{১}{৫২৮}$ অর্থাৎ স্থূল নিরূপণে ৮০০০ মাইল।

পৃথিবীর ব্যাস পরিমাণের অন্যতর উপায়।

নিম্ন লিখিত অনুপাত দ্বারা পৃথিবীর ব্যাসের পরিমাণ অনায়াসে প্রাপ্ত হওয়া যাইতে পারে।

পৃথিবীর ব্যাসের মাইল পরিমাণ ঃ এক অংশের মাইল পরিমাণ ঃঃ ব্যাস পরিমিত চাপে বিকলা সংখ্যা ঃ এক অংশে বিকলা সংখ্যা।

গণনা দ্বারা স্থির হইয়াছে যে এক দ্রাঘিমাংশে ৬৯.০৪৮৬৬ ইঙ্গরেজী মাইল। তাহা হইলেই,

পৃথিবীর ব্যাস ঃ ৬৯.০৪৮৬৬ মাইল ঃঃ ২ × ২০৬২৬৫″ ঃ ৩৬০০″।

অর্থাৎ, $\text{পৃথিবীর ব্যাস} = \frac{৬৯.০৪৮৬৬ \times ৪১২৫৩০}{৩৬০০}$

সুতরাং, পৃথিবীর ব্যাস = ৭৯১২.৪ মাইল *।

---

* পৃথিবী যে কেমন প্রকাণ্ড বস্তু, তাহা কেবল ব্যাস ও পরিধির পরিমাণ জানিয়া সুন্দর রূপে অনুভব করা যায় না। যদি কোন উচ্চ স্থানে দণ্ডায়মান হইয়া চতু-

পৃথিবীর গতি।

পৃথিবীর গতি দুই প্রকার। আহ্নিক গতি ও বার্ষিক। রথচক্র যেমন মেরুদণ্ডের উপর নিয়ত ঘূর্ণিত হয় পৃথিবীও সেইরূপ প্রতিদিন স্বীয় অক্ষোপরি ঘূর্ণিত হয়, উহার এই গতির নাম আহ্নিক গতি এবং উহা ঐ রূপে প্রতিদিন ঘূর্ণিত হইতে হইতে যে গতি দ্বারা এক বৎসরের মধ্যে সূর্য্যকে একবার প্রদক্ষিণ করে, তাহার নাম বার্ষিক গতি। এই দুই প্রকার গতি দ্বারা দিবা রাত্রির উৎপত্তি ও ঋতুর পরিবর্ত্তনাদি নানাপ্রকার নৈসর্গিক ব্যাপার সম্পন্ন হইয়া ভূমণ্ডলস্থ জীবগণের কল্যাণ সিদ্ধ হইতেছে। পৃথিবীর যে ভাগ যখন সূর্য্যের সম্মুখবর্ত্তী

দ্দিকে চারি ক্রোশ পর্য্যন্ত দৃষ্টি করা যায় তাহা হইলে কত প্রকার পদার্থই একবারে দৃষ্ট হইতে থাকে। আর ঐ প্রশস্ত ভূমি-খণ্ড প্রদক্ষিণ করিয়া আসিতে হইলে প্রায় পঁচিশ ক্রোশ ভ্রমণ করিতে হয়। একথা ধারাবাহিক স্থির আছে, যে ২৫ ক্রোশ ভ্রমণ করিলে চারি ক্রোশের মধ্যে যত স্থান থাকে তাহার সর্ব্ব স্থানে পাদচালন হয়। পৃথিবীর আয়তন ঐ ক্রোশের ২,৪৫,৬২,৫০০ গুণ অধিক। যদি আমরা প্রতি দিবস দশ হোরা অতি দ্রুত ভ্রমণ করত এক এক হোরায় ঐ রূপ প্রশস্ত এক এক ভূমি-খণ্ড একাদিক্রমে দেখিয়া যাই, তাহা হইলেও ৬৭৩০ বৎসর নিয়ত না দেখিলে, পৃথিবীর উপরিভাগের সমুদায় অংশ দৃষ্টি-গোচর হয় না।

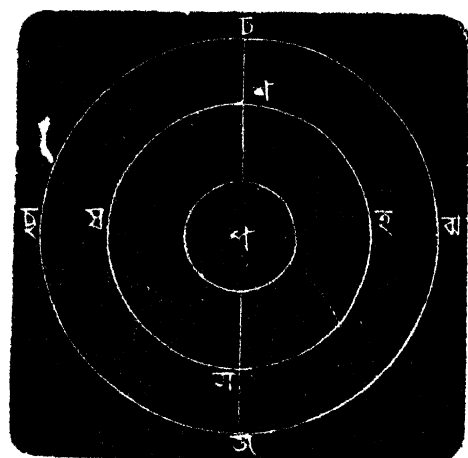
থাকে, সেই ভাগে তখন দিবা হয় এবং তৎবিপরীত ভাগে রাত্রি হয়। উহা প্রতিদিন পশ্চিম হইতে পূর্ব্বদিকে স্বীয় অক্ষোপরি ঘূর্ণিত হয় বলিয়া গগণস্থ সূর্য্য, চন্দ্র, গ্রহ, নক্ষত্রাদিকে পূর্ব্বদিকে উদিত হইয়া পশ্চিমে অস্তমিত হইতে দেখা যায়। ফলতঃ সূর্য্য চন্দ্রাদি পদার্থকে যেরূপ উদিত হইয়া যে প্রকারে অস্তমিত হইতে দেখায়, উহাদের সে প্রকারে উদয়াস্ত হয় না কেবল পৃথিবীর গতির জন্য ঐ প্রকার বোধ হয়। কিন্তু পৃথিবীর এই গতি আমাদিগের দর্শন, শ্রবণ ও স্পর্শনাদি কোন ইন্দ্রিয় দ্বারাই অনুভূত হয় না। কেহ কখন উহাকে চক্ষু দ্বারা ঘূর্ণিত হইতে দেখে নাই, কেহ কর্ণ দ্বারাও কখন উহার গতিশব্দ শ্রবণ করে নাই এবং কোন ব্যক্তি কোন কালে স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারাও উহার গতি অনুভব করে নাই, এই বলিয়া পুরাকালীন অনেক অনভিজ্ঞ লোকে উহার গতি স্বীকার করেন নাই এবং অধুনাতন অনেক লোকেও অস্বীকার করিলেও করিতে পারেন। যাঁহারা চক্ষুরাদি ইন্দ্রিয় দ্বারা পৃথিবীর গতির কোন প্রমাণ না পাইয়া তাহা অস্বীকার করিয়া থাকেন, তাঁহারা অবশ্যই সূর্য্যাদি আকাশস্থ অগণ্য পদার্থের প্রাত্যহিক গতি স্বীকার করিয়া থাকেন ও তাহাতেই পর্য্যায়ক্রমে দিবা রাত্রির ঘটনা ও মাস ঋতুর পরিবর্ত্তনাদির কারণ নির্দ্দেশ করেন সন্দেহ নাই, যেহেতু এবিষয়ে এই উভয় মত ভিন্ন আর কিছুই মনে করা যাইতে পারে না। হয় মনে করিতে হইবে যে পৃথিবীর আহ্নিক গতি দ্বারা দিবা রাত্রির ঘটনা হয়, অথবা সূর্য্য ও নক্ষত্রাদি পদার্থ প্রতিদিন পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করাতে দিবা রাত্রির উৎপত্তি হইয়া থাকে।

কিন্তু ইহার মধ্যে কোন্ মত প্রকৃত ও কোন্ মত অপ্রকৃত বুদ্ধিমান লোকের তাহা বিচার করিয়া দেখা আবশ্যক, এবং প্রসিদ্ধ প্রসিদ্ধ জ্যোতির্ব্বিদেরা প্রত্যক্ষাদি নানাপ্রকার প্রমাণ দ্বারা ঐবিষয়ের মীমাংসাও করিয়াছেন; তাঁহারা এই বিষয়ক সত্য সংস্থাপন করিতে পদার্থ-বিদ্যা ঘটিত যে সকল প্রমাণ প্রয়োগ করিয়াছেন; তাহার কয়েকটী এই স্থলে উল্লিখিত হইল।

১ম। যদি পৃথিবীকে স্থির মনে করিয়া সূর্য্যাদি পদার্থের প্রাত্যহিক গতি স্বীকার করিতে হয়, তাহা হইলে প্রত্যেক নক্ষত্র ও গ্রহ উপগ্রহাদির ভিন্ন ভিন্ন প্রকার গতি স্বীকার না করিলে দিবা রাত্রির পর্য্যায়ক্রমে ঘটনা প্রতিপাদন করিতে পারা যায় না। সূর্য্যাদি যে সমস্ত গগণস্থ পদার্থকে চতুর্ব্বিংশতি হোরার মধ্যে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করিতে দেখা যায়, তাহারা পৃথিবী হইতে সমান দূরে স্থিত নহে, সুতরাং সকলে সমানরূপে গমন করিয়া কখনই এক সময়ের মধ্যে উহাকে প্রদক্ষিণ করিতে পারে না, গ্রহগণ ও নক্ষত্রগণ পৃথিবী হইতে যে যত দূরে তাহাদিগের পরস্পরের গতি তৎপরিমাণে সত্বরবেগে সম্পন্ন হইলে, এক সময়ের মধ্যে আকাশস্থ সকল নক্ষত্রাদি পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করিতে পারে। কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন নক্ষত্রাদির এইরূপ ভিন্ন ভিন্ন প্রকার গতি সিদ্ধ হওয়া যে কি পর্য্যন্ত অসঙ্গত ও কি পর্য্যন্ত অসম্ভব তাহার প্রতি একবার মনোযোগ করিলেই পৃথিবীকে ভ্রাম্যমান বলিয়া প্রত্যয় হয়। নক্ষত্র সকল পৃথিবী হইতে এত দূরে অবস্থিত যে তাহার গতি মনেতে কল্পনা ও সংখ্যাতে নির্দ্দেশ করিতে পারা যায় না। একজন বিশেষ জ্যোতি-

র্ব্বিৎ পণ্ডিত গণনা করিয়া দেখিয়াছেন যে, ঐ সকল দূরস্থিত নক্ষত্র যে প্রকার বেগে গমন করিলে এক দিবসের মধ্যে এই পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করিতে সমর্থ হয়, তাহা দ্বারা সমুদায় ব্রহ্মাণ্ড চূর্ণ হইয়া পরমাণু সাৎ হইয়া যাইতে পারে। অতি দূরস্থিত নক্ষত্রাদির কথা দূরে থাকুক, নিকটস্থ নক্ষত্র সকল এবং সূর্য্য যদি প্রতিদিন পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে তাহা হইলে যে প্রকার বেগের আবশ্যকতা হয় তাহা মনেতে ধারণ করা কঠিন এবং তাহা কোন মতে সৃষ্টি প্রণালীর সহিত সঙ্গত বোধ হয় না।

জ্যোতির্ব্বিদ্যা দ্বারা নিরূপিত হইয়াছে, যে পৃথিবী হইতে সূর্য্য প্রায় ৯,৫০,০০,০০০ নয়কোটি পঞ্চাশলক্ষ মাইল দূরে স্থিত এবং অতি নিকটস্থ নক্ষত্র প্রায় ৩,৮০,০০০০,০০,০০,০০০ তিন শত অশীতি নিখর্ব্ব মাইল দূরে আছে, অতএব সূর্য্য যদি চতুর্ব্বিংশতি হোরার মধ্যে পৃথিবীকে একবার পরিভ্রমণ করে তাহা হইলে এক মিনিটের মধ্যে উহাকে চারিলক্ষ মাইল পথ ভ্রমণ করিতে হয় এবং অতি নিকটস্থ নক্ষত্রকে এক মিনিটের মধ্যে ১,৬০,০০,০০,০০,০০০ ষোড়শ খর্ব্ব মাইল পথ পর্য্যটন না করিলে কোনমতে এক দিবসের মধ্যে পৃথিবীকে একবার পরিভ্রমণ করিতে সমর্থ হয় না। এই পরিমাণে যে নক্ষত্র যত দূরে আছে তাহার গতি তত সত্বর বেগে সম্পন্ন না হইলে কোনমতেই সেই নক্ষত্র পৃথিবীকে একদিনে পরিভ্রমণ করিতে পারে না। কিন্তু বস্তুতঃ যদি নক্ষত্রাদি উক্ত প্রকার মহাবেগে প্রত্যহ পৃথিবীকে পরিভ্রমণ করিত, তাহা হইলে সমস্ত ব্রহ্মাণ্ডই সেই তেজে চূর্ণ হইয়া যাইত।

৮ম চিত্রফলক।

পৃথিবী মধ্যস্থলে স্থির থাকিলে সূর্য্য ও নক্ষত্রাদির তাহাকে স্ব স্ব স্থান হইতে যে প্রকারে পরিভ্রমণ করা সম্ভব হয় উপরিস্থিত প্রতিকৃতি দেখিলেই তাহা সকলের বোধগম্য হইতে পারিবে।

মধ্যস্থিত প চিহ্নিত ক্ষুদ্র বৃত্ত পৃথিবী এবং শ ষ স হ চিহ্নিত বৃত্ত সূর্য্যের কক্ষ বা ভ্রমণ পথ এবং চ ছ জ ঝ চিহ্নিত বৃত্তটী অতি নিকটস্থ নক্ষত্রের ভ্রমণ মার্গ। প হইতে শ ও চ যত দূরে পৃথিবী হইতে সূর্য্য ও নিকটস্থ নক্ষত্র তত দূরে মানে করিতে হইবে। অতএব প পৃথিবীকে প্রতিদিন পরিভ্রমণ করিলে সূর্য্যকে শ ষ স হ চিহ্নিত মণ্ডল ও নিকটস্থ নক্ষত্রকে চ ছ জ ঝ বত্ত ভ্রমণ করিতে হয়। এইরূপ ভিন্ন ভিন্ন গ্রহ নক্ষত্রের ভ্রমণ জন্য ভিন্ন ভিন্ন স্থানে ভিন্ন ভিন্ন বৃত্তের কল্পনা করিয়া পৃথক্ পৃথক্ কক্ষ স্থির না করিলে এবং পৃথক্ পৃথক্ নক্ষত্রাদির পৃথক পৃথক প্রকার গতির কল্পনা না করিলে পৃথিবীকে এক স্থানে স্থির মনে করা যাইতে পারে না। কিন্তু এই রূপ অমূলক কল্পনা যে সর্ব্বশক্তিমান জগদী-

শ্বরের সুশৃঙ্খল সৃষ্টি প্রণালীর সহিত কিপর্য্যন্ত অসঙ্গত এবং কতদূর পর্য্যন্ত অসমন্বিত তাহা বলা বাহুল্য। যে ব্যক্তি এই সুনিয়ম সম্পন্ন সৃষ্টি প্রণালীর প্রতি একবার কিঞ্চিৎ দৃষ্টিপাত করিয়া দেখে সে ব্যক্তি আর কোনমতে উক্ত প্রকার অমূলক কল্পনায় প্রত্যয় করিতে পারে না। যে অসীম জ্ঞানবান্ অনন্ত শক্তিময় পুরুষ অনির্ব্বচনীয় শৃঙ্খল সহকারে সমুদায় ব্রহ্মাণ্ডের রচনা করিয়াছেন, তিনি যে এই ক্ষুদ্র পৃথিবীর ক্রিয়া সাধন জন্য এই রূপ বিপর্য্যয় কাণ্ড করিবেন, ইহা কোন মতে বিশ্বাস করা যাইতে পারে না। যখন কেবল এক পৃথিবীর আহ্নিক ও বার্ষিক গতি দ্বারা অনায়াসে দিবা রাত্রি ও মাস ঋতু সমুদায় ঘটনা সংঘটিত হইতে পারে, তখন তজ্জন্য নভোমণ্ডলস্থ অগণ্য ভীষণায়তন প্রকাণ্ড নক্ষত্রাদির ভয়ঙ্কর গতি কল্পনা করাই আশ্চর্য্য। যে কর্ম্ম সহজে সম্পন্ন হয়, কোন্ ব্যক্তি তজ্জন্য আড়ম্বর করিয়া থাকে? অতএব যাহা সামান্য বুদ্ধিজীবী মনুষ্যের পক্ষে নিতান্ত অকর্ত্তব্য ও অসঙ্গত বলিয়া বোধ হয়, কিপ্রকারে সর্ব্ব শক্তিমান্ জ্ঞানাকর আদি পুরুষে লোকে সেই অসম্ভব দোষ আরোপ করিয়া অপরাধী হইতে সাহস করে বলা যায় না।

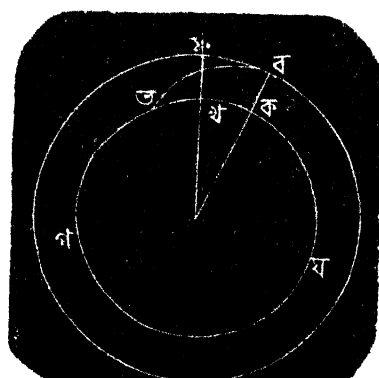
২ য়। সূর্য্য যদি প্রতিদিন পৃথিবীকে পরিভ্রমণ করিত। তাহা হইলে সে প্রতি নিয়ত ভূমণ্ডলের মধ্যভাগ অর্থাৎ নিরক্ষ প্রদেশকে বেষ্টন পূর্ব্বক ভ্রমণ করিত। পদার্থবিদ্যাবিশারদ পণ্ডিতেরা পরীক্ষা করিয়া স্থির করিয়াছেন, যে যখন এক জড় পদার্থ অন্য জড় পদার্থকে পরিভ্রমণ করে, তখন ঐ উভয় পদার্থই সমতলস্থিত, অর্থাৎ তাহারা পরস্পর একরূপ ভাবে সংস্থিত থাকে যে

সূত্রপাত করিলে উভয়েই এক রেখাতে পতিত হয়, এবং বেষ্টনকারী ভ্রাম্যমান পদার্থ মধ্যস্থিত স্থির পদার্থকে নিয়ত এক নির্দ্দিষ্ট স্থান দিয়া পরিভ্রমণ করে। অতএব সূর্য্য যদি পৃথিবীকে প্রতিদিন পরিভ্রমণ করিত, তাহা হইলে উহার কক্ষ অবশ্যই ভূমণ্ডলের ঠিক মধ্যস্থানের উপর দিয়া যাইত, এবং উহাকে প্রত্যহ পৃথিবীর ঠিক পূর্ব্বদিকে উদিত হইয়া পশ্চিমাংশে অস্ত হইতে দেখা যাইত। কিন্তু বস্তুতঃ প্রতিদিন সে প্রকার ঘটনা হয় না। বৎসরের মধ্যে কেবল দুই দিন সূর্য্যকে ভূমণ্ডলের ঠিক মধ্যভাগ হইতে উদিত হইয়া ঠিক মধ্য ভাগে অস্তমিত হইতে দেখা যায়। তদ্ভিন্ন উহাকে বৎসরের অর্দ্ধাংশ পৃথিবীর পূর্ব্ব দক্ষিণদিকে উদিত ও দক্ষিণ পশ্চিমাংশে অস্তমিত হইতে দেখা যায় এবং অপর অর্দ্ধাংশ উহা পৃথিবীর উত্তর পূর্ব্বদিক হইতে প্রকাশ পাইয়া উত্তর পশ্চিম ভাগে অন্তর্হিত হইয়া থাকে। সূর্য্যের প্রাত্যহিক গতি স্বীকার করিলে কখন উহার উক্ত প্রকার উদয়াস্ত সিদ্ধ করিতে পারা যায় না। এতদ্ভিন্ন কিন্তুর ধ্রুব নক্ষত্রেরও সূর্য্যের ন্যায় উত্তরায়ণ ও দক্ষিণায়ণ দেখিতে পাওয়া যায়। অতএব ঐ সমস্ত ধ্রুব নক্ষত্রগণের উত্তর দক্ষিণায়ণ দ্বারাও পৃথিবীর প্রাত্যহিক গতি সিদ্ধ হইতেছে।

৩য়। বৃহৎ বস্তু কখনই ক্ষুদ্র বস্তুকে পরিভ্রমণ করে না, জড় পদার্থের গতির এরূপ নিয়ম নহে। বৃহৎ পদার্থ যে ক্ষুদ্র পদার্থকে কেন পরিভ্রমণ করিতে পারে না, পদার্থ বিদ্যাবিশারদ ব্যক্তিরা তাহা চক্রাবর্ত্ত গতি প্রসঙ্গে বিধিমতে প্রতিপন্ন করিয়াছেন। পৃথিবী অপেক্ষা সূর্য্যমণ্ডল ত্রয়োদশলক্ষ গুণেরও অধিক বড়। অতএব সূর্য্যের পৃথিবী

পরিভ্রমণ কোন ক্রমেই সিদ্ধ হয় না, পৃথিবীর গতি অনায়াসেই প্রতিপন্ন হয়। আর পৃথিবীর প্রাত্যহিক ও বার্ষিক গতি স্বীকার না করিলে দিবা রাত্রির পর্য্যায়ক্রমে ঘটনা ও ঋতুর পরিবর্ত্তন প্রতিপন্ন করা সাধ্য হয় না। সূর্য্য প্রতিদিন পৃথিবীকে পরিভ্রমণ করিলে কোন রূপে ঋতুর পরিবর্ত্তন ঘটিতে পারে না; পৃথিবী বৃত্তাভাস পথে সম্বৎসরের মধ্যে একবার পরিভ্রমণ করে বলিয়াই ঋতুর পরিবর্ত্তন হয়। পৃথিবীর কক্ষ যদি মণ্ডলাকার হইত, তাহা হইলেও বৎসরের মধ্যে ভিন্ন ভিন্ন প্রকার ঋতুর ঘটনা হইত না। সূর্য্যের চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ কালে পৃথিবী সূর্য্য সম্বন্ধে ভিন্ন ভিন্ন স্থানে অবস্থিত হওয়াতে ভিন্ন ভিন্ন প্রকার ঋতুর ঘটনা হয়।

৪ র্থ। পণ্ডিতেরা সাধারণ-গতির * নিয়ম সমস্ত অবগত হইয়া পৃথিবীর আহ্নিক গতির একটী প্রত্যক্ষ প্রমাণ দর্শাইয়াছেন। যথা—

৫ চিত্রফলক

* যদি দুই অথবা বহুবস্তু এক শক্তি দ্বারা চালিত হইয়া একত্র গমন করে, তাহা হইলে তাহাদের গতিকে সাধা

ক খ গ ঘ যেন পৃথিবী, উহা নিরন্তর পূর্ব্বাভিমুখে অর্থাৎ ক খ ভ অভিমুখে ভ্রাম্যমান হইতেছে। ইহার উপর ক ব নামক কোন উচ্চ পর্ব্বত বা কীর্ত্তি-স্তম্ভ আছে। ঐ পর্ব্বতের নীচে, অর্থাৎ ক স্থলে পৃথিবীর যত বেগ পর্ব্বতের শিখর দেশে, অর্থাৎ ব স্থানে তাহা অপেক্ষা অধিক বেগ, কারণ যখন কোন পদার্থ ঘুরিতে থাকে তখন তাহার বেগ কেন্দ্র প্রদেশ অপেক্ষা দূরতর প্রদেশে অধিক হয়। যে সময়ের মধ্যে পৃথিবী ক স্থান হইতে খ স্থানে উপস্থিত হয় সেই কালে পর্ব্বতটী ব হইতে ফ পর্য্যন্ত যায়। কিন্তু ব ফ বৃত্তাংশ ক খ বৃত্তাংশ অপেক্ষা বৃহৎ, অতএব ক স্থানে পৃথিবীর যত বেগ তদপেক্ষা ব স্থানে অধিক। সুতরাং যদি কোন দ্রব্য ব হইতে নিম্নে নিক্ষিপ্ত হয়, তবে উহা ক ব এবং ক খ এই দুই বেগের প্রভাব অনুসরণ না করিয়া ব ফ এবং বক এই দুই গতির সংঘাতে ব ভ বক্রকর্ণ-রেখাক্রমে চলে এবং খ স্থানে না পড়িয়া ভ স্থানে পতিত হয়। অর্থাৎ ঐ পর্ব্বত যেখানে আছে নিক্ষিপ্ত বস্তু তাহার কিঞ্চিৎ পূর্ব্বাংশে আসিয়া পড়ে। ইহা দ্বারা স্পষ্ট প্রতীত হইতেছে যে পৃথিবী অবশ্য পশ্চিম হইতে পূর্ব্ব

গতি করে। অর্ণবপোত প্রতি হোরায় যত দূর গমন করে, অর্ণবপোতারূঢ় ব্যক্তিদিগেরও প্রতি হোরায় তত দূর গমন হয়। পৃথিবী প্রতি হোরায় যত দূর গমন করে, পৃথিবীস্থ বৃক্ষ, লতা, পশু, পক্ষী, মনুষ্যাদি সমুদায়েরও প্রতি হোরায় ততদূর গমন করা হয়। এই স্থানে অর্ণবপোতারূঢ় ব্যক্তিদিগের গতিকে এবং পৃথিবী ও পৃথিবীস্থ বৃক্ষাদির গতিকে সাধারণ গতি বলা যায়।

দিকে ভ্রমণ করিতেছে, নচেৎ উচ্চ স্থান হইতে দ্রব্যাদি নিক্ষেপ করিলে তাহারা ঠিক নীচে না পড়িয়া কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ পূর্ব্ব দিকে যাইয়া পড়ে।

৫ ম। ফ্রান্স দেশবাসী মশিউর ফকল্‌ট নামক জনৈক পদার্থতত্ত্ববিৎ পণ্ডিত ১৮৫১ খৃঃ অঃ পরিদোলক দ্বারা পৃথিবীর গতি চাক্ষুষ প্রত্যক্ষ করাইয়াছেন। তদ্বিবরণ এই,—

একটী গোল টেবিল এক গৃহ মধ্যে রাখিয়া তাহার ঠিক মধ্যস্থান হইতে পরিধি পর্য্যন্ত একটী সরল রেখা টান। অনন্তর উহাকে এরূপ ভাবে সংস্থাপিত কর যে উহার উপর যে রেখা অঙ্কিত হইয়াছে তাহা ও গৃহের এক প্রাচীর সমান্তরাল হয়। পুনশ্চ ঠিক ঐ রেখার উপর দিয়া দুলিতে পারে এমত করিয়া একটী পরিদোলক রাখিয়া দেও, অর্থাৎ দুইটী কাষ্ঠিকার একাগ্র পরস্পর সম্বদ্ধ করিয়া সেই কাষ্ঠদ্বয়কে উক্ত রেখার উভয় প্রান্তে দণ্ডায়মান করত তাহাদিগের সন্ধিস্থান হইতে পরিদোলকটীকে ঐ রেখার ঠিক উপর দিয়া দোলায়মান করিয়া দেও।

অনন্তর পরিদোলক দুলিতে আরম্ভ করিলে ঐ কাষ্ঠদ্বয়কে টানিয়া ক্রমে২ টেবিলের চতুর্দ্দিকে ঘুরাইয়া আন। তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে যে কাষ্ঠদ্বয় উক্ত রেখা হইতে যত দূরে অপসৃত হউক না কেন পরিদোলক যে দিকে যে ভাবে প্রথমাবধি দুলিতেছে তাহার ব্যত্যয় হয় না, অর্থাৎ উহাকে যে রেখার উপর দিয়া ঘরের যে প্রাচীরের সহিত সমান্তরালভাবে দোলাইয়া দেওয়া হইয়াছিল, কাষ্ঠদ্বয় টেবিলের একপার্শ্ব হইতে অপর পার্শ্বে সরিয়া গেলেও সেই ভাবে অবিরত দুলিতে থাকে। এ দিকে পরিদোলক

যে রেখার উপর দিয়া দুলিতেছে তাহার সহিত কাষ্ঠিকার কোণ হইতে থাকে ও তাহা ক্রমশঃ বৃদ্ধি হয় এবং যখন ঐ কাষ্ঠদ্বয় টেবিলের চতুর্থাংশ ঘুরিয়া আইসে তখন ঐ কোণ ১০° পরিমিত হয়।

বাস্তবিক মেরুপ্রদেশে গিয়া একটী সুবৃহৎ পরিদোলক সংস্থাপিত করিয়া রাখিলেও ঠিক এই প্রকারই দেখিতে পাওয়া যায়, অর্থাৎ ঐ পরিদোলককে একটী মাধ্যাহ্নিক রেখার উপর দিয়া দোলায়মান করিলে দৃষ্ট হইবে যে, যে বৃত্তাংশ সদৃশ পথে পরিদোলকটী দুলিতে থাকে তাহার চতুর্দ্দিকে পরিদোলকের কাষ্ঠদ্বয় ও দর্শক ২৪ ঘোরা ৫৬ মিনিট ৪ সেকেণ্ডে বামদিক হইতে আরম্ভ করিয়া দক্ষিণ দিকে একবার ঘুরিয়া আসিবে, আর পরিদোলক যথা স্থানে অর্থাৎ যেদিকে দুলিতে ছিল সেই দিকেই দুলিতে থাকিবে; কিন্তু দর্শক তাঁহার নিজ গতি অনুভব করিতে না পারিয়া মনে করেন যে পরিদোলক বিপরীত দিকে অর্থাৎ দক্ষিণ দিক হইতে বাম দিকে ঐ সময়ের মধ্যে একবার ঘুরিয়া আইসে। পরিদোলকের কাষ্ঠদ্বয় যেমন ঘুরিয়া আইসে অমনি উহাদের পরিদোলকের পথের সহিত কোণ হইতে থাকে ও তাহা ক্রমশঃ বৃদ্ধি হইয়া ৬ ঘোরার পর ১০° পরিমিত হয়। কিন্তু টেবিলের উপর পরিদোলককে ক্রমে ক্রমে ঘুরাইয়া আনা হয় বলিয়া কাষ্ঠদ্বয় পরিদোল-কের পথের চতুর্দ্দিকে ঘোরে, ও উহার সহিত তাহাদের কোণ জন্মে, এস্থলে কেহ পরিদোলককে হস্তদ্বারা ঘুরাইয়া আনে নাই, তথাপি কি হেতু ঐ প্রকার ঘটে! অতএব ইহা অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে যে, এস্থলে পরিদোলক মেরুর চতুর্দ্দিকে ঘুরিয়াছে। কিন্তু পৃথিবীতে সংস্থাপিত

পরিদোলক কখন পৃথিবী না ঘুরিলে ঘুরিতে পারে না; অতএব এই সিদ্ধান্ত হইতেছে যে পৃথিবী মেরুর চতুর্দ্দিকে ঘুরিয়া আসিয়াছে। যদি পৃথিবী দর্পণাদির মত সমতল হইত তাহা হইলে মাধ্যাহ্নিক রেখা গুলি সমুদায় সরল রেখা হইত সুতরাং পৃথিবীর সর্ব্ব স্থানেই এই ব্যাপার পরীক্ষা করিয়া লওয়া যাইতে পারিত; কিন্তু পৃথিবী সমতল নহে, এই জন্য মেরু হইতে যতদূর উত্তর বা দক্ষিণে যাওয়া যায়, ততই উক্ত কোণ ক্রমশঃ সূক্ষ্মতর হইতে থাকে, এবং ঠিক নিরক্ষ বৃত্তের উপর উহা অদৃশ্য হয় অর্থাৎ ঘটে না; তথায় পরিদোলককে যে মাধ্যাহ্নিক রেখার উপর দোলায়িত করা যায় তাহারই উপর দিয়া সর্ব্বক্ষণ দুলিয়া থাকে, কিন্তু নিরক্ষ বৃত্তের কিঞ্চিৎ উত্তর বা দক্ষিণে পরীক্ষা করিয়া দেখিলে উক্ত ব্যাপার স্পষ্টরূপে প্রতীত হইতে পারে।

৬ ষ্ঠ। বুধ গ্রহ সূর্য্য হইতে কখন ২৮ অংশের অধিক দূরে গমন করে না, এবং শুক্রগ্রহ কখন ৪৮ অংশের অধিক দূরে যায়না; কিন্তু যদ্যপি তাহারা পৃথিবীকে মধ্যে রাখিয়া পরিভ্রমণ করিত, তাহা হইলে তাহারা কখন কখন সূর্য্য হইতে ১৮০° পর্য্যন্ত দূরে গমন করিতে পারিত, কিন্তু এরূপ ঘটনা কি পুরাকালে কি অধুনা কখনই কাহার কর্ত্তৃক লক্ষিত হয় নাই।

৭ ম। গ্রহগণকে কখন পূর্ব্বদিকে ও কখন পশ্চিমদিকে গমন করিতে দেখা যায়, আর তাহাদিগের গমনীয় পথের কোন কোন অংশে তাহারা যেন স্থির হইয়া থাকে এমন বোধ হয়; কিন্তু তাহাদিগের গতির এরূপ বৈচিত্র্য যে যথার্থই ঘটে এরূপ নহে, পৃথিবী বুধ শুক্রের গমন পথের

বহির্ভাগে থাকিয়া সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে বলিয়া আপাততঃ এমন বোধ হয়।

পৃথিবীর গতি আমাদিগের ইন্দ্রিয়ের গোচর নয় বলিয়া উহাকে স্থির মনে করা কোনরূপেই সঙ্গত হইতে পারে না। যদি কোন ক্ষুদ্র জীব কোন বৃহৎ বস্তুতে আরোহণ করে তবে ঐ বৃহৎ পদার্থ ঘূর্ণিত বা চালিত হইলে সে আপনা আপনি কোনরূপেই তাহার গতি অনুভব করিতে পারে না। যখন কোন পোতারোহী পোতমধ্যে রুদ্ধ থাকে, তখন ঐ পোত সমুদ্র পথে চালিত হইলেও আরোহী তাহার গতি জানিতে পারে না। সমুদ্র তীরস্থ অপর কোন স্থির পদার্থকে লক্ষ্য না করিলে, আরোহী কখনই তাহার নিজ যানের গতি জানিতে সমর্থ হয় না। অতএব আমরা পৃথিবীর প্রাত্যহিক গতি অনুভব করিতে পারি না বলিয়া উহাকে স্থির মনে করা কোন ক্রমেই বিচার সিদ্ধ হইতে পারে না। পৃথিবীর আহ্নিক গতি জন্য যে সূর্য্য, চন্দ্র, গ্রহ, নক্ষত্রাদিকে প্রতিদিন পূর্ব্ব দিকে উদিত হইয়া পশ্চিম দিকে অস্ত হইতে দেখা যায় তাহার প্রমাণ পদে পদে দর্শান যাইতে পারে। যখন কোন তরণী বা শকটাদি যান দ্রুত বেগে গমন করে তখন তন্মধ্যাস্থিত আরোহী তীরস্থ বা পার্শ্বস্থ কোন বৃক্ষাদি স্থির পদার্থের প্রতি দৃষ্টিপাত করিলে সে অবশ্যই ঐ স্থির বৃক্ষাদিকে তাহার বিপরীত দিকে চলিতে দেখে সন্দেহ নাই। অস্থির পদার্থের গতি দ্বারা যে স্থির বস্তুর গতি ভ্রম হয় তাহার সন্দেহ নাই।

কেহ কেহ মনে করেন যে, "পৃথিবী প্রতিদিন ঘূর্ণিত হইলে, ভূমণ্ডলস্থ যাবতীয় জীবজন্তু উহার গতি

দ্বারা উলটিয়া পড়িত"। এ আপত্তি কোন কার্য্যেরই নহে। বৃহৎবস্তু সততই ক্ষুদ্র বস্তুকে আকর্ষণ করে। পৃথিবীস্থ যাবতীয় বস্তু অপেক্ষাই পৃথিবী বড় এবং সমস্ত বস্তুই পৃথিবীতে আকৃষ্ট হইয়া রহিয়াছে। পৃথিবী ঘূর্ণিত হইবার সময় যে প্রকার অবস্থায় অবস্থিত হউক, তদুপরিস্থিত জীব জন্তু ও আর আর পদার্থ নিরতই উহাতে আকৃষ্ট থাকিবে। পৃথিবী ঘূর্ণিত হইয়া যে দিকে গমন করুক আমরা সর্ব্বদাই আমাদিগের পদতলে পৃথিবী ও মস্তকোপরি আকাশ দেখিতে পাইব। সুতরাং পৃথিবীর আহ্নিক গতি দ্বারা কোন মতেই আমাদিগের অবস্থান্তর অনুভূত বা ঘটিবার সম্ভাবনা নাই।

কেহ কেহ মনে করেন যে, "পৃথিবীর গতি হইলে সেই গতির একটা ভয়ানক শব্দ হইত"। পৃথিবীর গতি বিষয়ে এ আশঙ্কা অতি অমূলক। আমরা যে কোন বস্তুর গতি নিবন্ধন সচরাচর শব্দ শুনিতে পাই তাহার তাৎপর্য্য এই যে ঐ বস্তুর বায়ুর সহিত ঘর্ষণ বা অভিঘাত হইয়া যে শব্দ উৎপত্তি হয় তাহা সেই বায়ু সহকারে আমাদিগের শ্রুতিমূলে নীত হয়। পৃথিবী শূন্যোপরি অবস্থিত তথায় বায়ু বা অন্য কোন পদার্থ নাই, সুতরাং তাহার কাহারও সহিত ঘর্ষণ বা অভিঘাতের সম্ভাবনা নাই এবং ঘর্ষণ বা অভিঘাত হইলেও বায়ু অভাব হেতু তজ্জনিত শব্দ আমাদিগের শ্রবণ গোচর হয় না।

শূন্যের বাধকতা শক্তি নাই, যদি এ শক্তি থাকিত তবে শূন্যে পৃথিবী থাকিতে পারিত না, কারণ দুই দ্রব্য এক কালে এক স্থানে থাকিতে পারে না। যখন পৃথিবীর অবস্থানে শূন্য প্রতিবাধকতা জন্মাইতেছে না, তখন উহা তদ্গতির

প্রতিবাদী হইতে পারে না। শূন্য কিছু নয়, একারণ প্রতিবাধকতাদি করা তাহার ক্ষমতা নাই, অতএব যখন তাহার প্রতিবাধকতা অভাব হইল, তখন তন্মধ্য দিয়া পৃথিবীর গতি হইলে শব্দ হইতে পারে না।

শকট, ঘোটক, নৌকা প্রভৃতিতে গমনকালে প্রবল বায়ুর শব্দ শুনিতে পাওয়া যায় বলিয়া যে পৃথিবীর গতিতেও শব্দ হইবে তাহা অসম্ভব। কারণ বায়ুর প্রচণ্ড গতির কালে পর্ব্বত অট্টালিকা বৃক্ষাদি যাবতীয় বস্তু স্ব স্ব অবস্থানুসারে বায়ুর গতির বাধক হয় অর্থাৎ বায়ুর গতির বিরোধী হয়। তাহাতে অবশ্য পরস্পর দ্রব্যের সংস্পর্শ জনিত শব্দোৎপন্ন হয়। তাহার প্রমাণ, যে স্থানে অধিক বৃক্ষাদি থাকে তথায় বৃক্ষের সহিত বায়ুর অভিঘাতে অধিক শব্দ হইয়া থাকে। যথায় বৃক্ষের অল্পতা তথায় শব্দের অল্পতা হয়। শূন্য কিছু নহে বলিয়া পৃথিবীর গতির প্রতিবাধকতা করিতে পারে না। এদিকে পৃথিবীও শূন্যের প্রতিবাদী হইতে পারে না; সুতরাং সে স্থানে অভিঘাত কিরূপে হইতে পারে।

"পৃথিবীর গতি থাকিলে পৃথিবীর গতি পথের বিপরীত দিকে বায়ুর গতির অতিশয় পরাক্রম হইত"। এ আপত্তিও গ্রাহ্য নহে, কারণ যদি ভূবায়ু স্থির থাকিত ও পৃথিবী তন্মধ্য দিয়া গমন করিত, অথবা উক্ত ভূবায়ুর স্বতন্ত্র গতি এবং পৃথিবীর স্বতন্ত্র গতি হইত, কিম্বা ভূবায়ু পৃথিবীর আকর্ষণের অধীন না হইত, তবে অবনীর গতি পথের বিপরীত দিকে অনিলের বেগবান প্রবাহ সম্ভব হইত। ধরণীর মাধ্যাকর্ষণশক্তিতে অপরাপর বস্তু তাহাতে যে ভাবে আকৃষ্ট সেই ভাবে বায়ু ও আকৃষ্ট আছে। পৃথিবীর

আকর্ষণাধীন বলিয়া মেদিনীর যে ভাবে গতি হইয়া থাকে বায়ুর সেই ভাবে নিত্য গতি হওয়াতে ক্ষিতির গতির বিপরীত দিকে বায়ুর গতি হয় না। যখন কেহ পদব্রজে বা শকটাদি যানে গমন করে তখন যে শকটাদির গতির প্রতিকুলে বা অনুকূলে বায়ুর গতি অনুভব হয় তাহার কারণ এই যে, শকটাদির এবং বায়ুর ভিন্ন ভিন্ন গতি ও তাহারা পরস্পরে পরস্পরের অনধীন।

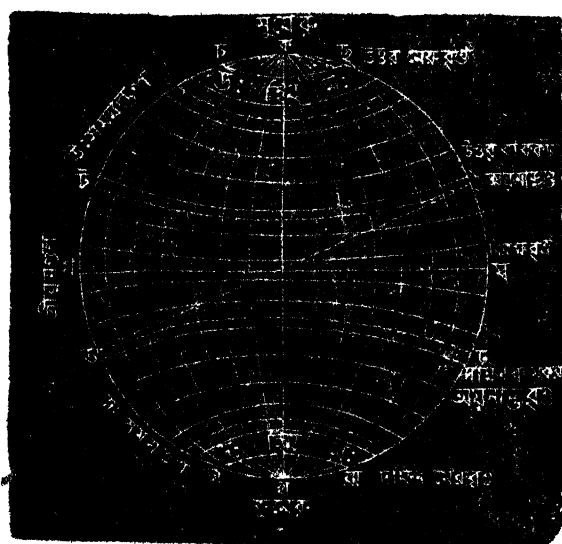
কেহ কেহ আপত্তি করিয়া থাকেন, যে "পৃথিবী যদি প্রতি সেকণ্ডে ও প্রতি মিনিটে বহু মাইল পথ পর্যাটন করিত, তাহা হইলে স্তম্ভাদি কোন উচ্চ স্থান হইতে কোন পদার্থ স্খলিত বা নিক্ষিপ্ত হইলে কখনই তাহা তন্মূলে পতিত হইত না, পৃথিবীর গতি জন্য অবশ্যই তাহা ঐ স্তম্ভমূল হইতে বহুদূরে পড়িত এবং পক্ষী প্রভৃতি উড্ডীয়মান খেচর জীব সকল যে প্রদেশ দিয়া উড়ে পৃথিবীর দ্রুত গতির অনুরোধে তাহারা তথা হইতে বহুদূর পশ্চাতে পড়িয়া থাকিত, যেহেতু উক্ত স্খলিত পদার্থ, বা উড্ডীন খেচর জীবগণ পৃথিবীর সহিত সমান বেগে কোন ক্রমে চলিতে পারে না। কিন্তু বস্তুতঃ কোন কালেই এ প্রকার ঘটনা দৃষ্ট হয় না, স্তম্ভাদি উচ্চস্থান হইতে কোন পদার্থ স্খলিত বা নিক্ষিপ্ত হইলেও তাহা তন্মূলে পতিত হয় এবং পক্ষী প্রভৃতি খেচর প্রাণী সকলও আকাশপথে উড্ডীন হইয়া অনায়াসে পৃথিবীর সঙ্গে সঙ্গে চলিয়া যায়"। এই অমূলক আপত্তি কোন কার্য্যেরই নহে। কারণ যখন দুই পদার্থ একত্রে সংযুক্ত থাকে, তখন একের গতি দ্বারা অপরের গতি সিদ্ধ হয়। অশ্বের গমন দ্বারা অশ্বারূঢ়ের

গমন সিদ্ধ হয়, কপোতের গমন দ্বারা পোতারোহীরও গমন সম্পন্ন হইয়া থাকে এবং শকটের গতি দ্বারাও শকটস্থ দ্রব্যের গতি সিদ্ধ হয়। অশ্ব, রথ, নৌকাদি হইতে যদি কোন বস্তু ভূতলে বা জলে নিক্ষেপ করা যায় তাহা হইলে যতক্ষণ সেই বস্তু ভূতলে বা জলে পতিত না হয় ততক্ষণ ঐ অশ্ব রথাদির সঙ্গে সঙ্গে সমান গতিতেই চলিতে থাকে। এই হেতু স্থির রথ বা অচল নৌকা হইতে কোন পদার্থ নিক্ষেপ করিলে যেমন তাহা ঐ রথ কি নৌকার ঠিক তলায় পতিত হয়, সেই রূপ সচল নৌকা ও গমনশীল রথ হইতে কোন বস্তু স্খলিত বা নিক্ষিপ্ত হইলেও তাহা ঠিক উহার তলাতেই পড়ে। অতএব পৃথিবী প্রতি ক্ষোরায় পশ্চিম হইতে যত দূর পূর্ব দিকে গমন করিতেছে, পৃথিবীস্থ সমুদায় পদার্থের প্রতি ক্ষোরায় তত দূর গমন সিদ্ধ হইতেছে বলিয়া স্তম্ভ-স্খলিত ইষ্টক ও তাহার মূলে পতিত হয় এবং আকাশস্থ খেচর জীবগণ পশ্চাতে পড়িয়া থাকে না।

পৃথিবী যে প্রতিদিন আবর্ত্তন করিতেং সম্বৎসরের মধ্যে সূর্য্যকে একবার পরিভ্রমণ করে, এই বিষয় অতি প্রাচীনকালেই প্রতিপন্ন হইয়াছে। আমাদিগের ভারতবর্ষীয় জ্যোতির্বিৎ পণ্ডিতেরাও ইহা সুন্দর রূপে অবগত ছিলেন, ও পরিষ্কার করিয়া উক্ত মত প্রকাশ করিয়া গিয়াছেন, এবং অনেকে ঐ প্রকৃত মতানুসারে গ্রহণাদিও গণনা করিয়াছেন তাহার অনেক প্রমাণ প্রাপ্ত হওয়া যায়।

পৃথিবী বিভাগ করণের বিষয়।

জ্যোতির্ব্বিদ্যা বোধ সৌকর্য্যার্থে পৃথিবী পৃষ্ঠোপরি কতকগুলি রেখা কল্পনা করা গিয়া থাকে। যে কল্পিত ব্যাসোপরি পৃথিবীর পশ্চিম হইতে পূর্ব্বাভিমুখে প্রতিদিন আবৃত্তি হয়, তাহার নাম মেরুদণ্ড। মেরুদণ্ডের দুই প্রান্ত ধরাতলের যে দুই স্থান স্পর্শ করে সেই দুই স্থানকে পৃথিবীর মেরু কহে।

১০ ম চিত্রফলক।

যথা, ক খ চিহ্নিত রেখাটী মেরুদণ্ড; এই মেরুদণ্ডের উত্তর প্রান্ত সুমেরু ও দক্ষিণ প্রান্ত কুমেরু শব্দে উক্ত হয়। সুমেরু ও কুমেরু হইতে সমান্তরে এক রেখা কল্পিত হইয়াছে, তাহার নাম নিরক্ষবৃত্ত। নিরক্ষবৃত্ত ধরাতলকে

পূর্ব্ব পশ্চিমে পরিবেষ্টন করিয়া সমভাগে বিভাগ করে. তাহা অক্ষ রেখা। নিরক্ষবৃত্ত হইতে ধরাতলের সকল স্থানের অক্ষ গণনা আরব্ধ হইয়া থাকে। নিরক্ষবৃত্তোপরি যে সমস্ত স্থান তাহাদের অক্ষ নাই, এই জন্য ঐ বৃত্তের নাম নিরক্ষ হইয়াছে। নিরক্ষবৃত্ত হইতে সুমেরু বা কুমেরু ৯০° অন্তর। নিরক্ষবৃত্তের উত্তর ভাগে ২৩°২৮´ অন্তরে পূর্ব্ব পশ্চিমে একটী সমান্তরাল বৃত্ত কল্পিত হয়, তাহাকে উত্তর অথবা কর্কট অয়নান্ত বৃত্ত কহে, যথা ট ঠ। আর নিরক্ষবৃত্তের ২৩°২৮´ দক্ষিণে তদ্রূপ অন্য একটী রেখা কল্পিত হয় তাহাকে দক্ষিণ অথবা মকর-অয়-নান্ত বৃত্ত কহে, যথা ড ঢ। এই দুই বৃত্ত সূর্য্যের উত্তর ও দক্ষিণ অয়নের সীমা এই বলিয়া এই দুই বৃত্তকে অয়নান্ত-বৃত্ত বলা যায়, ইহারা গ্রীষ্ম মণ্ডলেরও উত্তর, দক্ষিণ সীমা। নিরক্ষ বৃত্তের সমান্তরাল এবং তাহা হইতে ৬৬°৩২´ অন্তরে স্থিত অথবা মেরু হইতে ২৩°২৮´ অন্তরে স্থিত যে দুই ক্ষুদ্র বৃত্ত কল্পিত হয় তাহাদিগকে মেরুবৃত্ত কহে। উত্তর দিকের বৃত্তকে উত্তর মেরুবৃত্ত এবং দক্ষিণ দিকের বৃত্তকে দক্ষিণ মেরুবৃত্ত কহে।

পৃথিবী, নিরক্ষবৃত্ত দুই অয়নান্তবৃত্ত ও দুই মেরুবৃত্ত দ্বারা পাঁচ খণ্ডে বিভক্ত, সেই পাঁচ খণ্ডকে পৃথিবীর পাচ মণ্ডল কহে. একটী গ্রীষ্মমণ্ডল দুইটী সমমণ্ডল ও দুইটী হিমমণ্ডল। দুই অয়নান্তবৃত্তের মধ্যবর্ত্তী ধরাতলকে গ্রীষ্মমণ্ডল কহে। গ্রীষ্মমণ্ডল ৪৬°৫৬´ আয়ত। এই মণ্ডলে সূর্য্য কিরণ সরলভাবে পতিত হয়, এজন্য গ্রীষ্মের সাতিশয় প্রাদুর্ভাব। কর্কট-অয়নান্তবৃত্ত ও উত্তর মেরুবৃত্তের মধ্যবর্ত্তী ধরাতলকে উত্তর সমমণ্ডল, এবং মকর-অয়নান্ত-বৃত্ত ও দক্ষিণ মেরুবৃত্তের

মধ্যবর্ত্তী ধরাতলকে দক্ষিণ সমমণ্ডল কহে। এই দুই মণ্ডলের প্রত্যেকই ৪৩°৪′ আয়ত। এই মণ্ডল দ্বয়ের সর্ব্বস্থানে সূর্য্যরশ্মি বক্রভাবে পতিত হয়। তাহাতে গ্রীষ্মের আতিশয্য হইতে পারে না, এবং শীতেরও খর্ব্বতা হয়। শীত গ্রীষ্মের সমতা বলিয়া এই দুই মণ্ডলকে সমমণ্ডল বলা যায়। মেরু হইতে মেরুবৃত্ত পর্য্যন্ত আয়ত যে ধরাতল তাহাকে হিমমণ্ডল কহে। উত্তর মণ্ডলকে উত্তর হিমমণ্ডল এবং দক্ষিণ মণ্ডলকে দক্ষিণ হিমমণ্ডল কহে। ইহারা প্রত্যেকই ২৩°২৮′ আয়ত এই দুই মণ্ডলে সূর্য্যরশ্মি অপেক্ষাকৃত হীনপ্রাখর্য্য এবং শীতের সাতিশয় প্রাদুর্ভাব বলিয়া ইহাদিগের নাম হিমমণ্ডল হইয়াছে।

এই সকল বৃত্ত ব্যতিরিক্ত অন্য এক বৃত্ত ভূমণ্ডল পরিবেষ্টন পূর্ব্বক তির্য্যক্‌ভাবে উত্তর ও দক্ষিণ অয়নান্তবৃত্তে লগ্ন হয় ও নিরক্ষ বৃত্তোপরি দুই স্থানে তাহার সম্পাত হয়, তাহার নাম ক্রান্তিবৃত্ত বা রবিমার্গ, যথা ড ঠ। পৃথিবী হইতে বোধ হয় যে সূর্য্য এই ক্রান্তিবৃত্তোপরি ভ্রমণ করিতেছে; বস্তুতঃ ইহাই পৃথিবীর বার্ষিক গতির পথ, যাহাকে পৃথিবীর কক্ষ কহে। ক্রান্তিবৃত্ত নিরক্ষবৃত্তের উপরে বক্রভাবে পতিত হয়। এবং এই দুই বৃত্তের সম্পাত স্থানে ২৩°২৮′ পরিমিত কোণ জন্মে। ক্রান্তিবৃত্তের সহিত পরিধি বৃত্তের যে দুই স্থানে সম্পাত হয় তাহার একটীকে বিষুব ও অপরটীকে মহা বিষুবপদ কহে। যৎকালে সূর্য্যকে বিষুবপদদ্বয়ে উপস্থিত হইতে দেখা যায়, তখন দিনমান ও রাত্রিমান সমান হয়। সম্বৎসরে এই দুই ক্রান্তি পাত অথবা বিষুবপদে সূর্য্য দুইবার উদয় হয়। এনিমিত্তে বৎসরের মধ্যে দুইবার দিনমান ও রাত্রিমান সমান হইয়া থাকে।

নিরক্ষ বৃত্তের সমান্তরাল এবং নিরক্ষবৃত্ত হইতে ক্রমশঃ দশ দশ অংশ অন্তরে, যে সকল ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বৃত্ত কল্পিত হয় তাহাদিগকে অক্ষবৃত্ত বা অক্ষসমান্তরাল কহে। নিরক্ষবৃত্ত হইতে পৃথিবীর কোন একস্থানের দূরত্ব পরিমাণকে অক্ষ কহে। ঐ স্থান নিরক্ষের উত্তরে হইলে উত্তর নিরক্ষান্তর এবং দক্ষিণে হইলে দক্ষিণ নিরক্ষান্তর বলা যায়। পৃথিবী পৃষ্ঠে আর কতকগুলিন অর্দ্ধবৃত্ত কল্পনা করা যায়, তাহারা প্রত্যেকে নিরক্ষবৃত্তকে লম্বভাবে ছেদ করে এবং এক মেরু হইতে অপর মেরু পর্য্যন্ত আয়ত, তাহাদিগকে মাধ্যাহ্নিক রেখা বা দ্রাঘিমা কহে। অক্ষবৃত্ত ও দ্রাঘিমা রেখা, ইচ্ছামত পৃথিবীর সকল স্থানেই কল্পনা করা যাইতে পারে।

জ্যোতির্ব্বেত্তারা স্ব স্ব দেশীয় কোন স্থান বিশেষের মাধ্যাহ্নিক রেখা অবলম্বন করিয়া তথা হইতে দ্রাঘিমা অর্থাৎ দেশান্তরের দূরত্বগণনা আরম্ভ করেন। ভারতবর্ষের জ্যোতির্ব্বেত্তারা লঙ্কা ও উজ্জয়িনী এবং ইঙ্গরেজেরা গ্রিন্‌-ইচ, ও ফরাশীশেরা পারিস নগরের মাধ্যাহ্নিক রেখা হইতে দ্রাঘিমার গণনা করেন। এই মাধ্যাহ্নিক রেখাকে খগোল-বেত্তারা প্রাথমিক মাধ্যাহ্নিক কহে। প্রাথমিক মাধ্যাহ্নিক বা দ্রাঘিমারেখা হইতে অন্যান্য স্থানের দূরত্বকে দ্রাঘিমান্তর কহে। ঐ স্থান প্রাথমিক দ্রাঘিমায় পূর্ব্বে হইলে পূর্ব্ব দ্রাঘিমান্তর এবং পশ্চিমে হইলে পশ্চিম দ্রাঘিমান্তর বলা যায়। অক্ষ, দ্রাঘিমান্তর উভয়ই জানিলে পৃথিবীর সকল স্থানই নিরূপণ করা যাইতে পারে।

দিবা রাত্রি।

তেজোময় বস্তুর সম্মুখে কোন নিস্তেজ গোলবস্তু থাকিলে তাহার অর্দ্ধভাগ মাত্র প্রকাশ হয়, এই হেতু সূর্য্য কিরণ দ্বারা ভূমণ্ডলের অর্দ্ধভাগ মাত্র প্রকাশ পায়; এবং অপরার্দ্ধ অন্ধকারে আবৃত থাকে। পৃথিবীর অবস্থা নিয়তই এই প্রকার, অর্থাৎ একার্দ্ধ আলোকময় ও অপরার্দ্ধ তমসাচ্ছন্ন; কিন্তু তাহার প্রাত্যহিক গতি প্রভাবে তাহার সর্ব্ব-স্থানেই ক্রমে ক্রমে আলোক ও অন্ধকারের আবির্ভাব হয় এবং তদ্দ্বারা দিবা ও রাত্রি হইয়া থাকে। পৃথিবীর নিয়ত আবর্ত্তন দ্বারা ক্রমশঃ ভিন্ন ভিন্ন সময়ে প্রত্যেক স্থানই সূর্য্যের সম্মুখস্থ হয়, যখন যে স্থান সূর্য্য সম্মুখীন হয়, তখন তত্রত্য লোকদিগের বোধ হয় যে সূর্য্য উদয় হইল, পরে সেই স্থান ক্রমাগত পূর্ব্বদিকে অগ্রসর হইলে তাহারা সূর্য্যকে মস্তকোপরি দেখিতে পায়, পরিশেষে যখন পৃথি-বীর আবর্ত্তন দ্বারা সূর্য্যমণ্ডল পশ্চিম ভাগে অদৃশ্য হয়, তখন তাহাদিগের বোধ হয় যে সূর্য্য অস্ত হইল। এই প্রকারে যখন এক স্থানে বার প্রবর্ত্ত হয়, তখন অন্য স্থানে সায়ং কাল উপস্থিত হইয়া থাকে, এবং এক দেশে যখন মধ্যাহ্নকাল, তাহার পাদবিপক্ষবাসীদিগের তখন অর্দ্ধরাত্র। ফলতঃ সূর্য্যের উদয় অস্ত বাস্তবিক নহে, পৃথিবীর প্রাত্য-হিক আবৃত্তি দ্বারাই দিবা রাত্রি প্রাতঃ সন্ধ্যাদি হইতেছে।

সুমেরু ও কুমেরু প্রদেশে অন্যান্য স্থানের ন্যায় নিত্য নিত্য দিনযামিনীর আবির্ভাব হয় না, তথায় একাদিক্রমে ছয় মাস দিবা ও ছয় মাস রাত্রি হয়, অর্থাৎ যখন সৌমেরবে

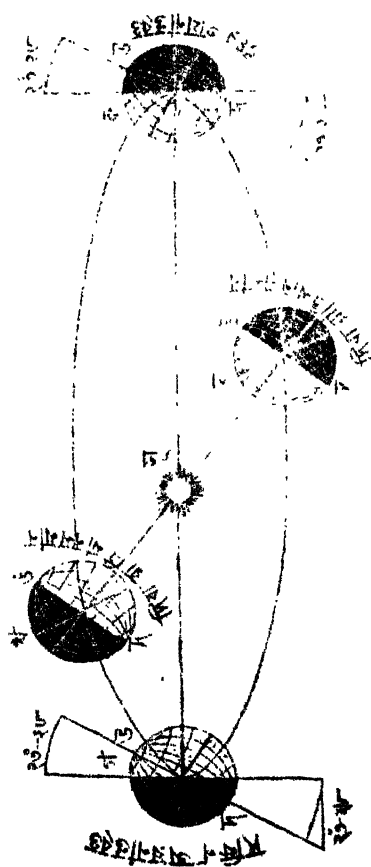
দিন কৌমেরুরে তখন রাত্রি ও কৌমেরুরে যখন দিন সৌমেরুরে রাত্রি হইয়া থাকে। যখন এক স্থানের তাবৎ লোক মধ্যাহ্ন সময়ের প্রখর সূর্য্য প্রভায় সমধিক উৎসাহ সহকারে বিষয়োদ্যমে অবিশ্রান্ত ব্যস্ত রহিয়াছে সেই সময়েই যে তাহার পাদবিপক্ষবাসীরা ত্রিযাম যামিনী গর্ভে নিদ্রাভিভূত রহিয়াছে ইহা সামান্য আশ্চর্য্যের বিষয় নহে! চতুর্ব্বিংশতি হোরার অপেক্ষা দিনমান কিঞ্চিৎ অধিক হইলে আমাদিগের অসাধারণ জ্ঞান হয়, কিন্তু স্থানে স্থানে দুই তিন সপ্তাহ মাসাবধি ও অর্দ্ধ বৎসর পরিমিত দিবস হইতেছে! যিনি পিপীলিকা ও হস্তীকে, বালুকণা ও স্বর্গমণ্ডলকে সমান কৌশলে রচনা করিয়াছেন, তিনি দিবসকে বৎসর পরিমাণে দীর্ঘ করিবেন ইহার আশ্চর্য্য কি!

ঋতু পরিবর্ত্তন।

পৃথিবীর পরিভ্রমণ কালে তাহার মেরুদণ্ড বা কল্পিত ব্যাস সম্যক্ লম্ববান না থাকিয়া কিঞ্চিৎ তির্য্যক্ রূপে স্থিতি করে; এই প্রযুক্ত সময়ে সময়ে পৃথিবীতে সূর্য্যের তেজের ন্যূনাধিক্য হয় ও তন্নিবন্ধন ঋতু পরিবর্ত্তন হইয়া থাকে।

পৃথিবী স্বভাবতঃ কিঞ্চিৎ বক্রভাবে থাকিয়া নিত্যই ভ্রমণ করে, কোন সময়ে ঐ ভাবের ব্যতিক্রম হয় না, সুতরাং সূর্য্যের চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করিতে করিতে কোন কোন সময়ে সূর্য্য সম্বন্ধে ইহার মেরুদেশ একবার উন্নত ও একবার অবনত হইয়া থাকে, একাদশ সংখ্যক চিত্রক্ষেত্র দেখিলে ইহা উপলব্ধি হইবে। কোন পদার্থ তির্য্যক্ রূপে

এক ভাবে নিরবলম্ব হইয়া চক্রাকার বা বৃত্তাভাস পথে পরিভ্রমণ করিলে, সেই চক্র বা বৃত্তাভাসের কেন্দ্র সম্বন্ধে তাহার শিরোভাগ ও অধোভাগ ক্রমে ক্রমেই একবার উন্নত ও একবার অবনত হইতেছে বলিয়া প্রতীতি জন্মে। পৃথিবী ঈষৎ তির্য্যক্‌ভাবে থাকিয়া কক্ষ মধ্যে ভ্রমণ করিতে করিতে ইহার মেরুপ্রদেশ একবার সূর্য্যের সম্মুখে ও একবার সূর্য্যের পরোক্ষে উপস্থিত হইয়া থাকে। অতএব ইহা

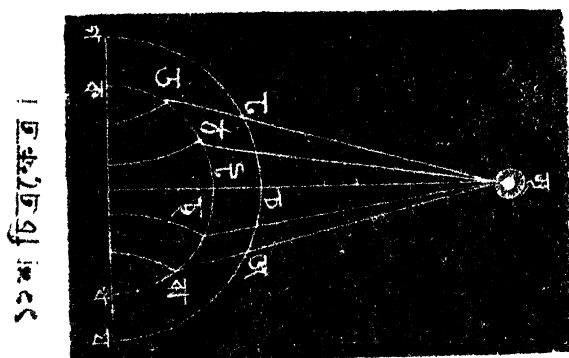
১১শ চিত্রক্ষেত্র।

সর্ব্বতোভাবে প্রতিপন্ন হইতেছে যে পৃথিবীর ঈষৎ তির্য্যকভাবে অবস্থিতি ও ইহার বার্ষিক গতিদ্বারা ঋতু সকলের পুনঃ পুনঃ প্রত্যাগমন ও পরিবর্ত্তন হইয়া থাকে।

এই চিত্রক্ষেত্রে ক খ গ ঘ চিহ্নিত বৃত্তাভাস পৃথিবীর কক্ষ, সূ সূর্য্য; ক খ গ ঘ এই এই চারি স্থানে পৃথিবী ভিন্ন ভিন্ন কালে স্থিতি করে। খ এবং ঘ প্রদেশে যখন পৃথিবী আগমন করে তখন দিনমান ও রাত্রিমান সমান হয়, যখন ক স্থানে গমন করে, তখন সুমেরু দেশ (উ) অন্ধকারে আবৃত হয়, তৎকালে

বহু দিন পর্য্যন্ত সেখানে সূর্য্যের উদয় হয় না। আর যখন গ প্রদেশে স্থিতি করে, তখন কুমেরু দেশ (দ) তদ্রূপ অন্ধকারে আবৃত হয়। সুমেরু যৎকালীন অন্ধকারে আবৃত থাকে, কুমেরুতে তৎকালে ক্রমাগত দিবা আলোক প্রকাশমান থাকে এবং যৎকালীন কুমেরুতে অন্ধকার থাকে সুমেরুতে তৎকালে নিরবচ্ছিন্ন দিবস জ্যোতিঃ প্রকাশ থাকে। পৃথিবীর যে স্থানে যে দিনে সূর্য্যের সহিত সমসূত্রপাত হয়, সে দিবস সেই স্থান অধিক উত্তপ্ত হয়। একাদশ সংখ্যক চিত্রক্ষেত্রে ক চিহ্নিত প্রদেশে যখন পৃথিবী অবস্থিতি করে, তখন তাহার দক্ষিণ ভাগে অধিকাংশ কিরণপাত প্রযুক্ত তাহাতে গ্রীষ্মের আধিক্য হয়, ও উত্তর ভাগে শীত ঋতুর প্রাদুর্ভাব হয়। আর যখন গ প্রদেশে অবস্থিতি করে তখন তাহার উত্তরভাগে অধিকাংশ কিরণ পতিত হয় বলিয়া তাহাতে গ্রীষ্ম ও দক্ষিণ ভাগে শীতের আধিক্য হইয়া থাকে।

যদি পৃথিবী পূর্ব্বোক্তমতে সূর্য্যকে বেষ্টন করিয়া পরিভ্রমণ না করিত, তাহা হইলে আমরা ঋতু সকলের আগমন ও পরিবর্ত্তন কখন দেখিতে পাইতাম না। পৃথিবী যদি লম্বভাবে অবস্থিত হইয়া ঠিক চক্রাকার পথে পরিভ্রমণ করিত তাহা হইলে সূর্য্যের আলোকপাত কখন তির্য্যক্‌ভাবে, কখন সরলভাবে; অথবা দিবাভাগে সূর্য্যের আকাশমণ্ডলে কখন দীর্ঘকাল ও কখন অল্পকাল অবস্থিতি একথা কখনই ঘটিত না, সুতরাং পৃথিবীতে উত্তাপেরও বড় তারতম্য না হইয়া উহা সকল কালে সর্ব্বত্র সমভাবে অনুভূত হইত।

সূর্য্যকিরণ সরল রেখার ন্যায় একাভিমুখেই বিকীর্ণ হয়, এবং পৃথিবীর সহিত সমসূত্রপাত কালে যে স্থান ঠিক

সূর্য্যের সম্মুখবর্ত্তী হয়, সেই স্থানই অধিক উষ্ণ হয়। এই প্রযুক্ত অয়নান্তবৃত্ত দ্বয়ের মধ্যবর্ত্তী দেশসমূহে গ্রীষ্মের প্রাদুর্ভাব কেননা তত্তৎ দেশ ভিন্ন আর কোন অংশে সূর্য্য কিরণ লম্বভাবে পতিত হয় না। উত্তর অয়নান্ত-বৃত্তের যত উত্তর হইবে বা দক্ষিণ অয়নান্তবৃত্তের যত দক্ষিণ হইবে ততই শীতের আধিক্য হয়। ইহা এই

১২শ চিত্রক্ষেত্র।

উপবিষ্ট চিত্রক্ষেত্রের প্রতি দৃষ্টি করিলে বোধগম্য হইবে। ইহাতে সূর্য্য। ক ড ঠ ট ছ ঝ খ অঙ্কিত রেখা গুচ্ছ, এবং গ ঢ চ জ ঘ অঙ্কিত রেখা ভূবায়ুর উষ্ণ সীমা। ট ঠ চিহ্নিত স্থানে যত কিরণজাল প্রকাশ হয় ঠ ড চিহ্নিত স্থানেও তত কিরণজাল বিস্তার হয়, কিন্তু ট ঠ রেখা ব্যাপী স্থান অপেক্ষা ঠ ড রেখা ব্যাপী স্থান প্রশস্ত, এজন্য ঠ ড অপেক্ষা ট ঠ চিহ্নিত স্থানে গ্রীষ্মের আধিক্য হইবে, কেননা অল্প স্থানে অধিক কিরণপাত হইলে অবশ্য তাহা অধিক উত্তপ্ত হইবে। ট ঠ চিহ্নিত স্থান পৃথিবীর নিরক্ষদেশ যেখানে সূর্য্যকিরণ প্রায় লম্বভাবে নিকীর্ণ হয় আর ঠ ড স্থান পৃথিবীর দক্ষিণ বা উত্তর অংশ যথায় সূর্য্যকিরণ তির্য্যক্ রূপে পতিত হয়।

পৃথিবীর উত্তর ভাগ ও দক্ষিণ ভাগ যে মধ্য দেশ অপেক্ষা শীতল তাহার এই কারণ। বিশেষতঃ তির্য্যক্ এবং সরল কিরণদ্বয় মধ্যে তির্য্যক্ কিরণ অধিক ভূবায়ুকে ভেদ করিয়া পৃথিবীতে আগত হয়, তাহাতে শীতের আধিক্য ও গ্রীষ্মের ন্যূনতা হইয়া থাকে।

গ্রীষ্মকালের উৎপত্তি সামান্যতঃ দুই কারণে হইয়া থাকে। প্রথমতঃ ঐ সময়ে সূর্য্যরশ্মি পৃথিবীতে লম্বভাবে পড়ে *; দ্বিতীয়তঃ গগণমণ্ডলে সূর্য্য অধিক কাল স্থিতি করে। আর যে সময়ে এই দুই অবস্থার বৈপরিত্য হয় তখন হেমন্তকালের উদয় হয়। জ্যৈষ্ঠ ও আষাঢ় মাসে বেলা দ্বিপ্রহরের সময়ে গগণমণ্ডলে দৃষ্টিপাত করিলে সূর্য্যকে আমাদিগের মস্তকোপরি দেখিতে পাওয়া যায়, কিন্তু পৌষ ও মাঘ মাসে ঐ রূপ সূর্য্যের প্রতি অবলোকন করিলে তাহাকে অনেক দক্ষিণাংশে অর্থাৎ আকাশের অনেক নিম্নভাগে দেখিতে পাওয়া যায়। অধিকন্তু জ্যৈষ্ঠ ও আষাঢ় মাসের দিবা ভাগে সূর্য্য আকাশ পথে দীর্ঘকাল স্থিতি করিয়া থাকে, কিন্তু পৌষ ও মাঘমাসে স্বল্পক্ষণ অবস্থিতি করে। এই জন্য জ্যৈষ্ঠ ও আষাঢ় মাসে গ্রীষ্মের এবং পৌষ ও মাঘ মাসে শীতের প্রাদুর্ভাব হয়।

এই প্রকার শীত গ্রীষ্মের তারতম্য অনুসারে ভিন্ন ভিন্ন দেশে ভিন্ন ভিন্ন জাতীয় উদ্ভিজ্জ ও জন্তু সকল জন্মে.

---

* তেজোময় ও আলোকময় পদার্থের পরমাণু সকল যে দিকে লম্বভাবে পতিত হয়, সেই দিকেই তাহাদের প্রাদুর্ভাব অধিক হয়, পার্শ্বদিকে তির্য্যক্ভাবে পতিত হইলে ঐপ্রাদুর্ভাবের অনেক লাঘব হইয়া থাকে। যথা, প্রজ্ব-

ইহারা এই নিয়মে ঋতু পরিবর্ত্তন না হইলে কদাপি জীবিত থাকিত না। বিশ্বকর্ত্তা পৃথিবীকে জীবের যোগ্য ও জীবকে পৃথিবীর যোগ্য করিয়া অপার মহিমা প্রকাশ করিয়াছেন।

দিবা রাত্রির হ্রাস বৃদ্ধি।

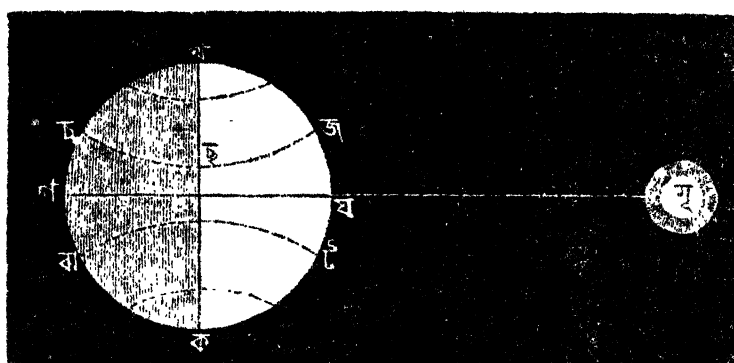
ইতি পূর্ব্বে ঋতু পরিবর্ত্তনের যে সকল কারণ নির্দ্দেশ করা গিয়াছে বিশেষ রূপে অনুধাবন করিয়া দেখিলে তাহাকেই দিবা রাত্রির হ্রাস বৃদ্ধির কারণ বলিয়াও উপলব্ধি হইতে পারে। পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে, যে পৃথিবীর অর্দ্ধাংশে দিন ও অর্দ্ধাংশে রাত্রি সমকালেই হইয়া থাকে; অর্থাৎ পৃথিবীর যে অংশ যত ক্ষণ সূর্য্যের সম্মুখে থাকে, তত ক্ষণ সেই অংশে দিন হয় এবং তাহার বিপরীত ভাগে সেই সময়ে রাত্রিকাল উপস্থিত হয়। বস্তুতঃ যতক্ষণ পর্য্যন্ত সূর্য্যকে আমারা গগণমণ্ডলে দেখিতে পাই, সেই কালকেই দিনমান বলা যায়, এবং যতক্ষণ সূর্য্য আমাদিগের অদৃশ্য থাকে, সেই কালকে রাত্রিকাল কহে।

লিত দীপশিখার উপরিভাগে হস্তাপণ করিলে হস্তের যে অংশ ঐ দীপশিখা সংলগ্ন হয়, সেই অংশ তৎক্ষণাৎ দগ্ধ হইয়া যায়; কিন্তু যদি সেই দীপশিখার পার্শ্বভাগে হস্ত দিয়া যাওয়া যায়, তাহা হইলে হস্ত দগ্ধ না হইয়া, কেবল কিঞ্চিন্মাত্র উষ্ণ বোধ হয়।

বৎসরের মধ্যে আমরা সূর্য্যকে গ্রীষ্মকালে অধিকক্ষণ ও শীতকালে অল্পক্ষণ দেখিতে পাই, এই প্রযুক্ত গ্রীষ্মকালের দিবাভাগ বড় ও রাত্রিভাগ ছোট এবং শীত কালে দিবাভাগ ছোট ও রাত্রিভাগ বড় হইয়া থাকে। পৃথিবী বৃত্তাভাস পথে সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে, এবং সূর্য্য ঐ বৃত্তাভাসের একটী অধিশ্রয়ে অবস্থান করে। এই কারণ বশতঃ পৃথিবী ভ্রমণ কালীন একবার সূর্য্যের নিকটে আগমন করে ও আবার তাহার নিকট হইতে দূরে গমন করে। ইহা নির্দ্ধারিত হইয়াছে যে শীতকাল অপেক্ষা গ্রীষ্মকালে পৃথিবী সূর্য্য হইতে অপেক্ষাকৃত দূরে অবস্থিতি করাতে আমরা সূর্য্যকে আকাশে দীর্ঘকাল স্থিতি করিতে দেখি এই জন্য ঐ সময়ে দিনমানের বৃদ্ধি হয়। আর শীতকালে পৃথিবী সূর্য্যের নিকটবর্ত্তী হওয়াতে আমরা সূর্য্যকে আকাশে অল্পক্ষণ দেখিতে পাই ও সেই জন্য ঐ সময়ে দিনমানের হ্রাস হয়। যে সময়ে দিনমানের বৃদ্ধি হইয়া থাকে তখন রাত্রিমানের হ্রাস হয়, আর দিনমানের হ্রাস সময়ে রাত্রিমানের বৃদ্ধি হয়। পৃথিবী সম্বন্ধে সূর্য্যের অবস্থিতি নিরূপণ করিয়া পশ্চাৎ যে দুইখানি চিত্রক্ষেত্র ক্রমে প্রকাশিত হইতেছে তাহা বিশেষ রূপে বিবেচনা করিয়া দেখিলে দিবা রাত্রির হ্রাস বৃদ্ধির কারণ অনায়াসেই হৃদয়ঙ্গম হইবে।

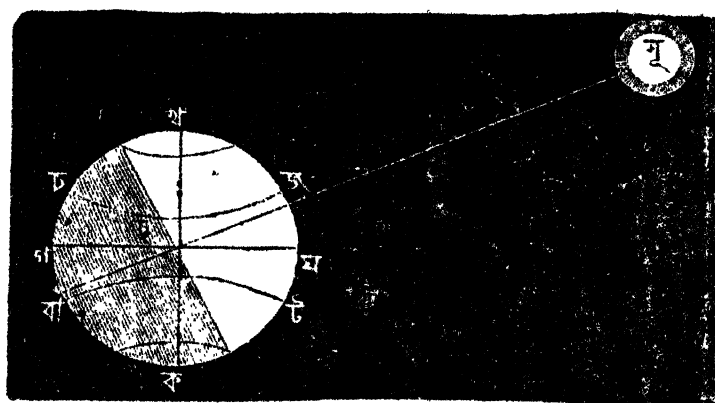
বৎসরের মধ্যে দুই দিবস যে প্রকারে দিবা রাত্রিমান সমান হইয়া থাকে প্রথমতঃ তাহাই বর্ণনা করা যাইতেছে।

পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে যে বৎসরের মধ্যে দুই সময়ে অর্থাৎ ২১ এ মার্চ্চ ও ২৩ এ সেপ্টেম্বরে দিবা ও রাত্রিমান সমান হয়, এই দুই সময়ে সূর্য্য সম্বন্ধে পৃথিবী যে ভাবে থাকে তাহা একাদশ সংখ্যক চিত্রক্ষেত্রে প্রদর্শিত হইয়াছে।

১৩ শ চিত্রক্ষেত্র।

এই ক্ষেত্রের খ চিহ্নিত স্থান সুমেরু এবং ক চিহ্নিত স্থান, কুমেরু গ ঘ নিরক্ষবৃত্ত, চ জ রেখা উত্তর অয়নান্তবৃত্ত আর ঝ ট রেখা দক্ষিণ অয়নান্তবৃত্ত। এক্ষণে পৃথিবী সম্বন্ধে সূর্য্য এই ক্ষেত্রে যে ভাবে অবস্থিতি করিতেছে, তাহাতে সূর্য্যরশ্মি নিরক্ষবৃত্তের উপর লম্বভাবে পতিত হইয়া পৃথিবীর অর্দ্ধাংশ পর্য্যন্ত ব্যাপ্ত হইতেছে, আর অপর অর্দ্ধাংশ অন্ধকারে আচ্ছন্ন রহিয়াছে। আর এই চিত্রিত পৃথিবীর চ গ ঝ চিহ্নিত ভাগে যাহারা অবস্থিতি করিতেছে তাহাদিগের ঠিক দুই প্রহর রাত্রি। অনন্তর ঘূর্ণায়মান পৃথিবীর গতিবশতঃ ঐ চ গ ঝ চিহ্নিত প্রদেশের ব্যক্তিরা ছয় হোরার মধ্যে খ ছ ক চিহ্নিত প্রদেশে উপস্থিত হইলে তথায় অরুণোদয় হইবে; অর্থাৎ তত্রত্য লোকের তখন

সূর্য্যরশ্মি দেখিতে পাইবে, পুনরায় আর ছয় হোরা গত হইলে তাহারা জ ঘ ট চিহ্নিত প্রদেশে আসিয়া সূর্য্যকে ঠিক আপনাদের মস্তকোপরি দেখিতে পাইবে, অর্থাৎ ঐ জ ঘ ট চিহ্নিত প্রদেশ সূর্য্যের ঠিক অধোভাগে থাকাতে তখন ঐ প্রদেশে ঠিক দুই প্রহর বেলা হইবে, তদনন্তর আরও ছয় হোরা গত হইলে ঐ সকল ব্যক্তি যে স্থানে সূর্য্যরশ্মির পরিসীমা হইয়াছে অর্থাৎ ঐ খ ছ ক চিহ্নিত রেখার ঠিক বিপরীত ভাগে উপস্থিত হইবে, এবং এই প্রকারে বার হোরা সূর্য্যরশ্মি প্রাপ্ত হইলে পর তাহাদের পক্ষে সূর্য্যাস্ত হইয়া সন্ধ্যা হইবে, তৎপরে আরও ছয় হোরা কাল গত হইলে তাহারা পুনরায় যখন ঐ চ গ ঝ চিহ্নিত ভাগে আসিয়া উপস্থিত হইবে, তখন তাহাদিগের পুনরায় সেই দুই প্রহর রাত্রি হইবে। এই প্রকারে দিনমান বার হোরা ও রাত্রিমান বার হোরা হইয়, দিবা রাত্রির সমতা হইয়া থাকে।

এক্ষণে দিবা ভাগের বৃদ্ধি এবং রাত্রি ভাগের হ্রাস যে রূপে হয় তাহা বর্ণনা করা যাইতেছে। পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে যে, যে অংশে রাশিচক্রের সহিত উত্তর ক্রান্তি রেখার মিলন হইয়াছে, ২১এ জুন বাসরে ঐ অংশের সমসূত্রে পৃথিবীর সমাগম হইলে অয়নান্ত হইয়া থাকে, অর্থাৎ ইহার পর সূর্য্য আর উত্তরাংশে গমন করে না। এই সময়ে দিবা ভাগের অত্যন্ত বৃদ্ধি এবং রাত্রি ভাগের অত্যন্ত হ্রাস হয়। এই সময়ে সূর্য্য ও পৃথিবীর যে রূপে সংস্থিতি হইয়া থাকে তাহার উদাহরণ স্বরূপ চতুর্দ্দশ সংখ্যক চিত্রক্ষেত্র প্রকাশিত হইল। এই ক্ষেত্রমধ্যস্থিত চ চিহ্নিত স্থানের লোকদিগের ঠিক দুই প্রহর রাত্রি কিন্তু

১৪ শ চিত্রক্ষেত্র

পৃথিবীর চতুর্থাংশ অর্থাৎ খ চ গ ঝ ক ভাগ সম্পূর্ণ রূপে ঘুরিয়া আসিবার পূর্ব্বেই অর্থাৎ ছয় ঘোরা না হইতে হইতেই সেই ব্যক্তিরা ছ চিহ্নিত স্থানে আসিয়া উপস্থিত হইবে তাহা হইলেই তাহাদের অরুণোদয় হইবে, আর দ্বিপ্রহর রাত্রি হইতে যখন ছয় ঘোরা কাল পূর্ণ হইবে তখন ঐ চ প্রদেশস্থ লোকেরা গ খ রেখায় আসিয়া উপস্থিত হইবে, সুতরাং ঐ ছ চিহ্নিত স্থান হইতে বেলা দ্বিতীয় প্রহর সময়ে জ চিহ্নিত স্থানে আসিতে তাহাদের ছয় ঘোরার অধিক সময় লাগিবে। অতএব অরুণোদয় অবধি বেলা দ্বিতীয় প্রহর-পর্য্যন্ত ছয় ঘোরার অধিক সময় হইতেছে, এবং এ অনুসারে দুই প্রহর বেলা হইতে সন্ধ্যা পর্য্যন্ত ঐ রূপ ছয় ঘোরার অধিক হইবে। অধিকন্তু জ হইতে ছ পর্য্যন্ত যে পরিমাণে সূর্য্যরশ্মি বিস্তার হইয়াছে, ঠিক সেই পরিমাণে চিত্র ক্ষেত্রের বিপরীত ভাগেও সূর্য্যাতপ ব্যাপ্ত হইয়া রহিয়াছে, এবং ছ হইতে চ

পর্য্যন্ত যতদূর অন্ধকারে আচ্ছন্ন থাকিতে দেখা যাইতেছে, তৎপরিমাণে পশ্চাৎ ভাগেও অন্ধকার আছে। কিন্তু পূর্ব্বে কথিত হইয়াছে চ চিহ্নিত স্থান ছ স্থানে ঘুরিয়া আসিতে ছয় হোরা পরিপূর্ণ হয় না. এবং ছ চিহ্নিত স্থান জ স্থানে ঘুরিয়া আসিতে ছয় হোরার অধিক হইয়া থাকে; অতএব যখন ছয় হোরার ন্যূন সময়ে রাত্রি-মানের অর্দ্ধ ও ছয় হোরার অধিক সময়ে দিনমানের অর্দ্ধাংশ হইতেছে, তখন সম্পূর্ণ রাত্রিমান বার হোরার ন্যূন ও সম্পূর্ণ দিনমান বার হোরার অধিক কাজে কাজেই হইবে। এই রূপে দিবা ও রাত্রিমানের হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে।

অপর পূর্ব্বোক্ত প্রকারে যখন পৃথিবীর উত্তর খণ্ডে দিনমানের বৃদ্ধি হইয়া রাত্রিমানের হ্রাস হয়, সেই সময়ে পৃথিবীর দক্ষিণ খণ্ডে দিনমানের হ্রাস হইয়া রাত্রিমানের বৃদ্ধি হইয়া থাকে, এবং সেইরূপে রাশি-চক্রের সহিত দক্ষিণ ক্রান্তিরেখার সন্ধিস্থানের সমসূত্রে ২১ এ ডিসেম্বর দিবসে যখন সূর্য্যের সংস্থিতি হয় সেই সময়ে পৃথিবীর উত্তর খণ্ডে রাত্রিমানের হ্রাস হইয়া থাকে। ফলতঃ এই চিত্রক্ষেত্রকে অবস্থান্তর করিয়া দেখিলে, অর্থাৎ বিপরীত ভাগে সূর্য্যসংস্থান করিয়া অবলোকন করিলে, এবং পৃথিবীর দক্ষিণাংশে সূর্য্যাতপ যে ভাবে প্রক্ষিপ্ত হইয়াছে তাহা মনঃ সংযোগ পূর্ব্বক দেখিলে উপলব্ধি হইতে পারিবে যে পৃথিবীর উত্তর খণ্ডে দিনমানের বৃদ্ধি হইলে দক্ষিণ খণ্ডে দিনমানের হ্রাস এবং দক্ষিণ খণ্ডে দিনমানের বৃদ্ধি হইলে উত্তর খণ্ডে দিনমানের হ্রাস আপনা হইতেই হইয়া থাকে।

রাশিচক্র ও দ্বাদশ রাশিতে সূর্য্যের সংক্রমণ।

সূর্য্যকে জ্যৈষ্ঠ ও আষাঢ় মাসে, পৃথিবীর উত্তরাংশে ও পৌষ মাসে দক্ষিণাংশে যাইতে দেখা যায়, ইহা দেখিয়া এমত বিবেচনা করা উচিত নহে যে সূর্য্য একবার উত্তর ও একবার দক্ষিণ এই প্রকারে গতায়াত করিয়া থাকে। বস্তুতঃ পৃথিবীর গতির অনুরোধে যখন উহার উত্তরমেরুসন্নিহিত প্রদেশ সূর্য্যাভিমুখীন হয়, তখন আমাদিগের বোধ হয় যে সূর্য্য যেন কিঞ্চিৎ উত্তরে গমন করে, ও সেই সময়কেই আমরা উত্তরায়ণ বলি। অনন্তর যখন পৃথিবীর দক্ষিণ মেরু সন্নিহিত প্রদেশ সূর্য্যাভিমুখে উপস্থিত হয়, তখন সূর্য্যকে পৃথিবীর কিঞ্চিৎ দক্ষিণে যাইতে দেখা যায়; সেই সময়কে সকলে দক্ষিণায়ন বলিয়া থাকে। প্রতিবর্ষে সূর্য্যকে এইরূপে উত্তরায়ণ ও দক্ষিণায়নের সময়ে পৃথিবীর যত দূর উত্তর ও যত দূর দক্ষিণে যাইতে দেখা যায়, ঐ সীমা চিহ্নিত করিবার জন্য জ্যোতির্বিদেরা ভূপৃষ্ঠের উপরিভাগে দুই রেখা কল্পনা করিয়াছেন তাহার উত্তর রেখার নাম উত্তর ক্রান্তি বা অয়নান্তবৃত্ত; দক্ষিণ রেখার নাম দক্ষিণ ক্রান্তি বা অয়নান্তবৃত্ত। এই দুই ক্রান্তি রেখা বিষুবরেখা হইতে উত্তর দক্ষিণে ২৩°২৮´ অন্তর। এই দুই রেখার মধ্যে পৃথিবীর পথের যে অংশ পড়ে মেষাদি দ্বাদশ রাশি তাহার অন্তর্গত, এ জন্য গগণমণ্ডলের ঐ অংশকে রাশিচক্র বলে।

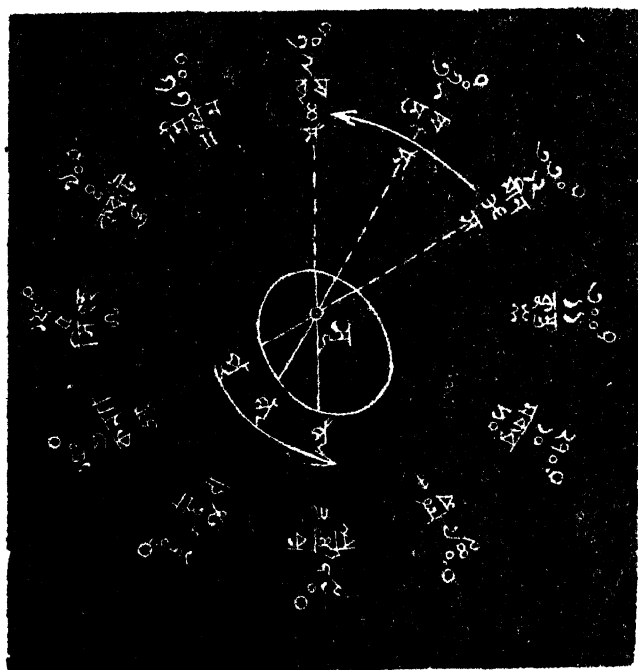
রাশিচক্রের পরিধি প্রায় নয়শত অষ্টাশীতি অর্ব্বুদ মাইল, এবং উহার ব্যাস প্রায় উনত্রিংশৎবৃন্দ মাইল। এই চক্রের মধ্যে সূর্য্য অবস্থিতি করেন। পৃথিবী সূর্য্য হইতে নয় কোটি পঞ্চাশলক্ষ মাইল অন্তরে থাকিয়া প্রতি বৎসর এক বার করিয়া সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করে।

পৃথিবী সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিতেছে তথাপি বোধ হয় যে পৃথিবী যেন অচল এবং সূর্য্য দ্বাদশ রাশিতে ক্রমে ক্রমে গমন করে।

আপাততঃ বোধ হয় যে, সূর্য্য প্রত্যেক রাশিকে ২৮ দিনের অন্যূন ও ৩১ দিনের অনধিক কাল পর্য্যন্ত ভোগ করিয়া ৩৬৫ দিন ৬ হোরা ৯ মিনিট ও ১০ সেকেণ্ডে বার্ষিকগতি সমাপন করিয়া থাকে। বস্তুতঃ সূর্য্য পৃথিবীকে পরিভ্রমণ করেন না। পৃথিবী স্বকক্ষে ঘুরিতেং উহার চতুর্দ্দিকে পরিভ্রমণ করে। তাহাতেই যখন পৃথিবী রাশিচক্রের উত্তরাংশে মেষ, বৃষ, মিথুন প্রভৃতি রাশির মধ্যে গমন করিয়া থাকে, তখন সূর্য্যকে রাশিচক্রের দক্ষিণাংশে তুলা, বিছা, ধনু ইত্যাদি রাশিতে অবস্থিতি করিতে দেখা যায়, অর্থাৎ পৃথিবীর গতির ঠিক বিপর্য্যস্ত দিকে সূর্য্যের গতি অনুমান হয়; যখন পৃথিবী কন্যা রাশিতে থাকে, তখন সূর্য্য মীন রাশিতে; যখন পৃথিবী তুলা রাশিতে, তখন সূর্য্য মেষ রাশিতে; যখন পৃথিবী বৃশ্চিক রাশিতে, তখন সূর্য্য বৃষ রাশিতে আছে বলিয়া বোধ হয়। এই নিমিত্ত যখন পৃথিবীর দক্ষিণ অয়ন তখন সূর্য্যের উত্তর অয়ন হইয়াছে বলিয়া বোধ হয়। পৃথিবীর উত্তর অয়ন অর্থাৎ পৃথিবী মেষ রাশিতে প্রবেশ করিলে সূর্য্যকে তুলা রাশিস্থ বোধ হয়। মেষের পর পৃথিবী বৃষ রাশিতে আসিলে

সূর্য্যকে বিছা রাশিতে এবং পৃথিবী মিথুন রাশিতে আসিলে সূর্য্যকে ধনু রাশিতে উপস্থিত হইতে দেখা যায়। এতদ্দেশীয় জ্যোতিষে এই কথা স্পষ্ট নাই তথায় এই মাত্র নির্দ্দেশিত আছে যে, যে রাশিতে যে গ্রহের উদয় তাহার সপ্তমে তাহার অস্ত হয়; অর্থাৎ পৃথিবী যে রাশিতে থাকে তাহা হইতে সপ্তম রাশিতে সূর্য্যকে দেখিতে পাওয়া যায়।

সূর্য্যকে এইরূপ বিপরীত দিকে যাইতে দেখায় তাহার কারণ এই যে, সচল পদার্থে অবস্থিত হইয়া অচল বস্তুকে দেখিলে যেমন আপনার গতি অনুভূত হয় না এবং স্থির পদার্থেরই গতিভ্রম হয়; সেইরূপ পৃথিবী রাশিচক্রে ঘুরিতে থাকে; কিন্তু আমাদিগের অনুভব হয় যে, সূর্য্য পর্য্যায়ক্রমে এক এক রাশি ভোগ করিতেছে।

১৫ শ চিত্রক্ষেত্র

উপরি উক্ত ক্ষেত্রেতে সূ সূর্য্য, পৃ পৃ' পৃ'' পৃথিবীর কক্ষ-প্রদেশ। পৃথিবী হইতে কোন দর্শক সূর্য্যকে পৃথিবীর গমন পথের বিপরীত দিকে দর্শন করিলে পৃথিবী যেমন পৃ স্থান হইতে পৃ' ও পৃ'' দিকে আসিবে; তাহার বোধ হইবে যে সূ সূর্য্য স স্থান হইতে স' ও স'' স্থলে আসিতেছে। এই রূপে রাশিচক্রের যে স্থানে পৃথিবী ঘুরিয়া আসিবে সেই অংশ হইতে সূর্য্য রাশিচক্রের সপ্তম অংশে আসিয়াছে বোধ হইবে।

নক্ষত্রগণের মধ্য দিয়া যে বৃহৎ বৃত্তাকার পথে সূর্য্যের সাংবৎসরিক গতি সম্পাদিত হইতেছে বলিয়া অনুভব হয়, তাহাকে রবিমার্গ কহে। বস্তুতঃ ইহাই পৃথিবীর বার্ষিক পথ, যাহাকে পৃথিবীর কক্ষ কহে। এই বৃত্ত নিরক্ষবৃত্তকে বক্র ভাবে ছেদ করে। একটী ছেদ কোণ ২৩ ১৮' পরিমিত।

রবিমার্গ ও রাশিচক্র দ্বাদশ সমান ভাগে বিভক্ত। এই সকল ভাগকে রাশি কহে। প্রত্যেক রাশি ৩০° আয়ত। রবি প্রত্যহ রাশিচক্রের প্রায় এক২ অংশ করিয়া গমন করে। রাশিগণের নাম, সূর্য্য যে যে দিবসে যে যে রাশিতে সংক্রমণ করে এবং যে ঋতুতে যে যে রাশি ভোগ করে আর যে২ রাশিতে সামান্যতঃ যত নক্ষত্র দৃষ্টিগোচর হইয়া থাকে তাহার সংখ্যা পশ্চাৎ লিখিত হইতেছে।

৯ ম তালিকা।

রাশির নাম	সূর্য্য সংক্রমণের দিন		যেং রাশিতে যত নক্ষত্র আছে তাহার সংখ্যা	রাশির নাম	সূর্য্য সংক্রমণের দিন		যেং রাশিতে যত নক্ষত্র আছে তাহার সংখ্যা
	গ্রীষ্মকাল।				হেমন্তকাল।		
মেষ	২১এ মার্চ্চ।	বৈশাখ	৬৬	তুলা	২৩এ সেপ্টেম্বর।	কার্ত্তিক	৫১
বৃষ	১৯এ এপ্রেল।	জ্যৈষ্ঠ	১৪১	বৃশ্চিক	২৩এ অক্টোবর।	অগ্রহায়ণ	৪৪
	বর্ষাকাল				শীতকাল।		
মিথুন	২০এ মে।	আষাঢ়	৮৫	ধনু	২২এ নবেম্বর।	পৌষ	৬৯
কর্কট	২১এ জুন।	শ্রাবণ	৮৩	মকর	২১এ ডিসেম্বর।	মাঘ	৫১
	শরৎকাল।				বসন্তকাল।		
সিংহ	২২এ জুলাই।	ভাদ্র	৯৫	কুম্ভ	২০এ জানুয়ারি।	ফাল্গুণ	১০৮
কন্যা	২২এ আগষ্ট।	আশ্বিন	১১০	মীন	১৯এ ফেব্রুয়ারি।	চৈত্র	১১৩

নবম তালিকায় যে যে নক্ষত্র পুঞ্জের উল্লেখ করা গেল, ঐ পুঞ্জ গুলি যে স্থানে ব্যাপিয়া আছে তাহাকেই রাশিচক্র বলে।

বিষুব রেখার উত্তর দিকে ছয়টী অর্থাৎ মেষ, বৃষ, মিথুন, কর্কট, সিংহ, কন্যা ও দক্ষিণদিকে আর ছয়টী অর্থাৎ তুলা, বিছা, ধনু, মকর, কুম্ভ, মীন তির্য্যক ভাবে অবস্থিত আছে।

পৃথিবী স্বকীয় কক্ষে ভ্রমণ করিতেং বৈশাখ মাসে বা ২১এ মার্চ্চ বাসরে মীন ও মেষ রাশির মধ্যস্থলে আসিয়া উপস্থিত হইলে, তাহার যে অংশে রাশি চক্রের সহিত বিষুব রেখার মিলন হইয়াছে সেই অংশের সহিত তখন সূর্য্যের সমসূত্র পাত হয় এবং মীন ও মেষ রাশি ঠিক সূর্য্যের সম্মুখবর্ত্তী হয়, এই সময়ে পৃথিবীর নিরক্ষ বৃত্তের উপর সূর্য্য রশ্মি ঠিক সোজা হইয়া পড়ে, এজন্য পৃথিবীর সকল স্থানেই ঐ কালে দিবা রাত্রিমান সমান হয়। অর্থাৎ যখন সূর্য্য বিষুব রেখাতে অবস্থান করে তখন তাহার ক্রান্তি শূন্য, এবং তখন এক মেরু হইতে অপর মেরু পর্য্যন্ত গোলকার্দ্ধ আলোকময় হয়। সূর্য্যের উত্তর ক্রান্তি যত বৃদ্ধি হইতে থাকে ততই উত্তর মেরু অতিক্রম করিয়া সূর্য্যের আলোক বিস্তারিত হইতে থাকে, এবং দক্ষিণ মেরু আলোক বিহীন হয়। অপর যত দক্ষিণ ক্রান্তি বৃদ্ধি হইতে থাকে ততই দক্ষিণ মেরু অতিক্রম করিয়া সূর্য্যের আলোক বিস্তারিত হয়, এবং উত্তর মেরু আলোক বিহীন হয়। সূর্য্যের ক্রান্তি ২৩° ২৮´। বৈশাখ মাসে বা ২১এ মার্চ্চ বাসরে সূর্য্য এই মেষ রাশিতে প্রবেশ করিয়া নিত্য এক অংশের কিছু

ন্যূন গমন করিয়া জৈষ্ঠ মাসে বা ১৯এ এপ্রেল বাসরে দ্বিতীয়, বৃষ রাশিতে প্রবেশ করে। মেষ রাশির অব্যবহিত পশ্চিম ও ঈষৎ উত্তরে বৃষ রাশি। সূর্য্য নিত্য এক অংশের ন্যূন গমন করিয়া আষাঢ় মাসে বা ২০এ মে বাসরে মিথুন রাশিতে প্রবেশ করে। মিথুন রাশি বৃষ রাশির ঠিক উত্তর পশ্চিম দিকে। মিথুন রাশি উত্তীর্ণ হইয়া সূর্য্য শ্রাবণ মাসে বা ২১এ জুন বাসরে কর্কট রাশিতে প্রবেশ করে। যে স্থানে রাশিচক্রের সহিত উত্তর ক্রান্তি রেখার মিলন হইয়াছে সেই স্থান ঐ দিবসে ঠিক সূর্য্যের সম্মুখবর্ত্তী হয়, ইহার পর সূর্য্য আর উত্তরে গমন করে না, এজন্য সকলে এই সময়কে অয়নান্তকাল বলিয়া থাকে। এই রাশির ৩০° অতিক্রম করিয়া সূর্য্য ভাদ্র মাসে বা ২২এ জুলাই বাসরে সিংহ রাশিতে প্রবেশ করে, এই রাশি কর্কট রাশির দক্ষিণ পশ্চিম। ইহার পর কন্যা রাশি, সূর্য্য আশ্বিন মাসে বা ২২এ আগষ্ট বাসরে এই রাশিতে প্রবেশ করিয়া থাকে। যেমত মেষ রাশি-স্থলে বিষুব রেখার সহিত রাশিচক্রের সংযোগ, সেইরূপ তুলা রাশি-স্থলে ও উভয়দিগের সংযোগ আছে। মেষ রাশি হইতে তুলা রাশি ১৮০° দূর, সুতরাং মেষাদি ছয় রাশি রাশিচক্রের অর্দ্ধেক এবং তুলাদি ছয় রাশি ঐ চক্রের অপরার্দ্ধ।

কন্যার পর তুলা রাশি, সূর্য্য কার্ত্তিক মাসে বা ২৩এ সেপটেম্বর বাসরে ঐ রাশিতে প্রবেশ করিয়া থাকে। এই রাশির পর বৃশ্চিক রাশি, সূর্য্য এই রাশিতে অগ্রহায়ণ বা ২৩এ অক্টোবর বাসরে প্রবেশ করে। ইহার পর ধনু রাশি, সূর্য্য পৌষমাসে বা ২২এ নবম্বরে এই

রাশিতে প্রবেশ করে। ইহার পর মকর রাশি, সূর্য্য মাঘ মাসে বা ২১ ডিসেম্বরে এই রাশিতে প্রবেশ করে। যে অংশে রাশিচক্রের সহিত দক্ষিণ ক্রান্তিরেখার মিলন হইয়াছে ঐ অংশ এই দিবসে সূর্য্যের ঠিক সম্মুখবর্ত্তী হয়, এবং তৎপরে সূর্য্য আর দক্ষিণাভিমুখে গমন করেনা; এজন্য সকলে এই সময়কে দক্ষিণ অয়নান্তকাল বলিয়া থাকে। এই রাশির পর কুম্ভ রাশি, সূর্য্য ফাল্‌গুন মাসে বা ২০এ জানুয়ারি বাসরে এই রাশিতে প্রবেশ করে। ইহার পর মীন রাশি, সূর্য্য চৈত্র বা ১৯এ ফিব্রুয়ারি বাসরে এই রাশিতে প্রবেশ করে।

পুনরায় বৈশাখ মাসে বা ২১এ মার্চ্চ বাসরে পৃথিবী মীন ও মেষ রাশির মধ্যস্থলে আসিয়া উপস্থিত হয় এবং বিষুবরেখার সহিত যে অংশে রাশিচক্রের মিলন হইয়াছে সেই অংশ সূর্য্যমণ্ডলের সম্মুখবর্ত্তী হওয়াতে সর্ব্বত্র দিবা রাত্রিমান সমান হয়। ফলতঃ সূর্য্যই যে এক রাশি হইতে রাশ্যন্তরে পূর্ব্বোক্তমতে ভ্রমণ করিয়া থাকে এমত নহে, সচল পদার্থে অবস্থিত হইয়া অচল পদার্থের প্রতি দৃষ্টিপাত করিলে ঐ পদার্থের গতি ভ্রম হয়, সেই ভ্রমবশতঃই এরূপ দেখায়; বস্তুতঃ পৃথিবী প্রাগুক্তমতে এক রাশি হইতে অপর রাশিতে গিয়া ক্রমে দ্বাদশ রাশি ভোগ করিয়া এক বৎসরে সূর্য্যকে একবার প্রদক্ষিণ করে।

খগোলবেত্তারা গগণমণ্ডলকে তিন অংশে বিভক্ত করিয়াছেন, যথা মধ্যখণ্ড, উত্তরখণ্ড ও দক্ষিণখণ্ড। পৃথিবীর দক্ষিণ ও উত্তর অয়নান্তবৃত্তের মধ্য স্থানে যে অংশ, তাঁহারা উহাকে মধ্যখণ্ড বলেন। এই মধ্যখণ্ডে

মেষাদি ক্রমে দ্বাদশ রাশি ও তাহার অন্তর্গত ১০১৬ নক্ষত্র সামান্যতঃ দৃষ্টিগোচর হইয়া থাকে। গগণমণ্ডলের মধ্যখণ্ডের উত্তরে যে অংশ তাহাকে উত্তরখণ্ড বলে, আর দক্ষিণে যে অংশ তাহাকে দক্ষিণখণ্ড বলে। ইয়ুরোপীয় খগোলবেত্তারা উত্তর খণ্ডের মধ্যে ৩৫ রাশি অর্থাৎ পুঞ্জ ও তদন্তর্গত ১৪৫৬ নক্ষত্র ও দক্ষিণ খণ্ডে ৪৬ রাশি ও তদন্তর্গত ১১১৫ নক্ষত্র নির্দ্দেশিত করিয়া থাকেন।

গগণমণ্ডলের এই তিন খণ্ডে যে সকল নক্ষত্রের বিষয় উল্লিখিত হইল এতদ্ব্যতিরেকেও বিস্তর নক্ষত্র দূরবীক্ষণ যন্ত্র সহকারে দৃষ্টিগোচর হইয়া থাকে।

উত্তর ও দক্ষিণ খণ্ডে যে সকল রাশি ও নক্ষত্র আছে ভারতবর্ষীয় খগোলবেত্তারা তাঁহার কোন উল্লেখ করেন নাই এনিমিত্ত কোন সংস্কৃত গ্রন্থে এই সকল রাশি-নক্ষত্রের নাম প্রাপ্ত হওয়া যায় না। তাহাতে কেবল মধ্যখণ্ডস্থ মেষাদি ক্রমে দ্বাদশরাশিভুক্ত সপ্তবিংশতি নক্ষত্রের নাম নির্দ্দেশিত আছে তাহারা এই,

১ ম. অশ্বিনী* — ইহা ৩টী নক্ষত্রে বিরচিত; এই নক্ষত্র পুঞ্জের নক্ষত্রগুলির অবস্থানের ভাব অশ্বের মস্ত-

* এদেশীয় সর্ব্বসাধারণ লোকে জ্ঞাত আছে যে অশ্বিনী অবধি রেবতী পর্য্যন্ত কেবল গণিত ২৭ টী নক্ষত্র; ফলে তাহা নহে। সূর্য্যসিদ্ধান্ত প্রভৃতি বিখ্যাত খগোল-বেত্তাদিগের মতে অশ্বিনী প্রভৃতি একটী নক্ষত্র নহে, তাহারা কেহ কেহ একটী ও কেহবা ততোধিক নক্ষত্রে বিরচিত।

কের মত, এই নিমিত্ত ইহার নাম অশ্বিনী। ইহা মেষ-রাশি ভুক্ত।

২য়। ভরণী—৩টী নক্ষত্র বিশিষ্ট, এই নক্ষত্রের ভাব ত্রিকোণাকার; ইহাও মেষরাশি ভুক্ত।

৩য়। কৃত্তিকা—৬টী নক্ষত্রে বিরচিত, ইহার আকার খড়ুয়া ঘরের মত। কৃত্তিকার চারিভাগের এক ভাগ মেষ রাশি ও তিন ভাগ বৃষ রাশি ভুক্ত।

৪র্থ। রোহিণী—৫টী নক্ষত্র বিশিষ্ট, ইহা শকটাকার এবং বৃষরাশির অন্তর্গত।

৫ম। মৃগশিরা—৩টী নক্ষত্রযুক্ত, ইহার আকার হরিণের মস্তকের মত। এই নক্ষত্রও বৃষরাশি ভুক্ত।

৬ষ্ঠ। আর্দ্রা—একটী নক্ষত্র মাত্র, ইহার আকার রত্নের মত। এই নক্ষত্রের কিয়দংশ মিথুনরাশি ভুক্ত।

৭ম। পুনর্বসু—৬টী নক্ষত্রযুক্ত, গৃহাকার, এবং মিথুনরাশি ভুক্ত।

৮ম। পুষ্যা—দুইটী নক্ষত্রযুক্ত, ইহার আকার চক্রাকার। ইহা মিথুনরাশি ভুক্ত।

৯ম। অশ্লেষা,—৫টী নক্ষত্র যুক্ত, কুলাল চক্রাকার এবং কর্কটরাশি ভুক্ত।

১০ম। মঘা—৫টী নক্ষত্র যুক্ত, বাড়ীর মত আকার এবং কর্কটরাশি ভুক্ত।

১১শ। পূর্ব্ব ফল্গুনী—দুইটী নক্ষত্র যুক্ত, ইহার আকার খট্বার মত। এই নক্ষত্রের কিয়দংশ কর্কট রাশি ভুক্ত।

১২শ। উত্তর ফল্গুনী—২টী নক্ষত্রযুক্ত, শয্যাকার সিংহরাশি ভুক্ত।

১৩ শ। হস্তা—৫টী নক্ষত্র যুক্ত; হস্তের আকার; ইহাও সিংহরাশি ভুক্ত।

১৪ শ। চিত্রা—কেবল ১টী নক্ষত্র. ইহার আকার মুক্তাসদৃশ। এই নক্ষত্রের কিয়দংশ সিংহরাশি ভুক্ত।

১৫ শ। স্বাতি—১টী নক্ষত্র, প্রবালাকার, এবং কন্যারাশি ভুক্ত।

১৬ শ। বিশাখা—৬ টী নক্ষত্রযুক্ত, পুষ্পমাল্যাকার এবং কন্যারাশি ভুক্ত।

১৭ শ। অনুরাধা—৭ টী নক্ষত্র; যুক্ত ইহার আকার জলধারার ন্যায়। এই নক্ষত্র তুলারাশিভুক্ত।

১৮ শ। জ্যেষ্ঠা—৩টী নক্ষত্র যুক্ত; ইহার আকার কর্ণকুণ্ডলের মত। এই নক্ষত্রের কিয়দংশ তুলারাশি ভুক্ত।

১৯ শ। মূলা—১১ টী নক্ষত্রযুক্ত; ইহার আকার সিংহের লাঙ্গূলের মত এই নক্ষত্র বৃশ্চিকরাশি ভুক্ত।

২০ শ। পূর্ব্বাষাঢ়া—৪ টী নক্ষত্র যুক্ত এবং হস্তি দন্তাকার। এই নক্ষত্রের কিয়দংশ বৃশ্চিকরাশি ভুক্ত।

২১ শ। উত্তরাষাঢ়া—৪টী নক্ষত্র যুক্ত, শয্যাকার এবং ধনুরাশি ভুক্ত।

২২ শ। শ্রবণা—৩টী নক্ষত্রযুক্ত, ত্রিশূলাকার এবং ধনুরাশি ভুক্ত।

২৩ শ। ধনিষ্ঠা—৫টী নক্ষত্র যুক্ত। চক্রাকার, মকররাশি ভুক্ত।

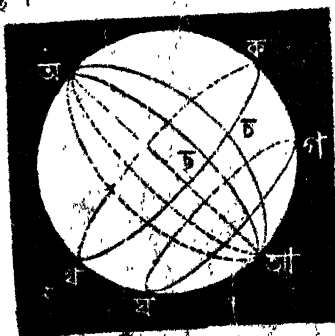
২৪ শ। শতভিষা—১০০ নক্ষত্রযুক্ত ও মণ্ডলাকার। এই নক্ষত্রের কিয়দংশ মকররাশি ভুক্ত।

২৫ শ। পূর্ব্ব ভাদ্রপদ—দুইটী নক্ষত্রযুক্ত, ঘণ্টাকার এবং কুম্ভরাশিভুক্ত।

২৬ শ। উত্তরভাদ্রপদ—২টী নক্ষত্রযুক্ত; ইহার আকার দুই মস্তকযুক্ত মনুষ্যের মত। এই নক্ষত্রের কিয়দংশ কুম্ভরাশিভুক্ত।

২৭ শ। রেবতী*—৩২টী নক্ষত্রযুক্ত, মৃদঙ্গাকার এবং মীনরাশি ভুক্ত।

জ্যোতিষ্কগণের দৃশ্যমান আহ্নিক গতি।

পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে নিরক্ষবৃত্ত হইতে পৃথিবীর কোন স্থানের দূরত্বকে সেই স্থানের অক্ষ কহে, এবং নিরক্ষবৃত্তের সমান্তরাল যে সকল ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বৃত্ত আছে তাহাদিগকে অক্ষবৃত্ত কহে, আর যে যে অর্দ্ধবৃত্ত নিরক্ষবৃত্তকে লম্বভাবে ছেদ করে ও এক মেরু হইতে অপর মেরু পর্য্যন্ত বিস্তৃত তাহাদিগকে মাধ্যাহ্নিকরেখা বা দ্রাঘিম কহে।

১৭শ চিত্রক্ষেত্র।

এই চিত্রক্ষেত্রে ক চ ছ নিরক্ষবৃত্ত, অ চ আ এবং অ ছ আ মাধ্যাহ্নিক রেখা, খ গ ঘ অক্ষবৃত্ত।

যে বৃহৎবৃত্ত নভোমণ্ডলের দৃশ্যমান অর্দ্ধকে অদৃশ্য

* মতান্তরে অভিজিৎ নামক আর একটী নক্ষত্র আছে।

মান অর্দ্ধ হইতে পরিচ্ছিন্ন করে তাহাকে চক্রবাল কহে। পৃথিবী সম্বন্ধে চক্রবাল দুই প্রকার, দৃশ্যমান ও প্রকৃত।

যে বৃত্তপরিধি আমাদিগের দৃষ্টিপথের সীমা অর্থাৎ পরিষ্কার দিবসে যে বৃত্তের পরিধিতে নভোমণ্ডল ও পৃথিবীকে সংলগ্ন বোধ হয় সেই বৃত্তকে দৃশ্যমান চক্রবাল কহে। যদি উক্ত দৃশ্যমান চক্রবালের সমান্তরাল অপর একটী বৃত্ত পৃথিবীর কেন্দ্র ভেদ করিয়া গগণ মণ্ডলকে চতুর্দ্দিকে স্পর্শ করিতেছে এরূপ কল্পনা করা যায়, তাহা হইলে সেই কাল্পনিক বৃত্তকে প্রকৃত চক্রবাল কহে। এই চক্রবাল দ্বারা সূর্য্য নক্ষত্র ও গ্রহগণের উদয় ও অস্ত অবধারিত হয়।

গগণমণ্ডলের যে স্থান আমাদিগের ঠিক মস্তকোপরি তাহাকে শিরোবিন্দু কহে। এই স্থানই প্রকৃত চক্রবালের উন্নত মেরু।

গগণমণ্ডলের যে স্থান আমাদিগের পদতলের ঠিক অধোদিকে স্থিত তাহাকে অধোবিন্দু কহে। এই বিন্দুই প্রকৃত চক্রবালের অবনত মেরু।

১৫শ প্রতিকৃতি।

সপ্তদশ চিত্রক্ষেত্রের মধ্যস্থিত গোলকটী পৃথিবী, ক খ নিরক্ষবৃত্ত আর ইহার সমান্তরাল ক্ষুদ্র২ বৃত্ত গুলি অক্ষবৃত্ত; যথা থ দ; ত র্থ এই রেখাটী পৃথিবীর মধ্য হইতে দর্শক যে অক্ষবৃত্তে অবস্থিত সেই পর্য্যন্ত অঙ্কিত ও তাহার পর ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হইয়া উহা দর্শকের শিরোবিন্দুতে স্পর্শ করিয়াছে।

যেমন পৃথিবী স্বীয় মেরুদণ্ড অবলম্বন করিয়া ভ্রমণ করে ত র্থ রেখাটীও সেই সঙ্গে ভ্রমণ করিয়া থাকে, এবং দর্শকের শিরোবিন্দু র্থ শরাভিমুখে র্থ দ বৃত্তাকারে গগণমণ্ডলে পরিভ্রমণ করিবে। দর্শক স্থান পরিবর্ত্ত করিলে চক্রবাল ও শিরোবিন্দুরও পরিবর্ত্ত হয়।

পৃথিবীর মেরুদণ্ডের উভয়প্রান্ত ক্রমশঃ বর্দ্ধিত করিলে গগণমণ্ডলের যে দুই স্থান স্পর্শ করে সেই দুই স্থানকে খগোলকের মেরু কহে, একটী উত্তর অপরটী দক্ষিণ।

ক খ নিরক্ষবৃত্ত ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হইয়া গগণমণ্ডলকে যে বৃত্ত দ্বারা স্পর্শ করিয়াছে তাহাকে বিষুবরেখা কহে, যথা র্ক র্থ।

সূর্য্য ও নক্ষত্রাদি অচল; সচল পৃথিবীর উপরে আমাদিগের থাকা প্রযুক্ত সূর্য্যাদি যেন অ আ মেরুদণ্ড অবলম্বন করিয়া নিত্য পরিভ্রমণ করিতেছে জ্ঞান হয়। নৌকার মধ্যে থাকিয়া যে সময়ে নৌকা চলে সে সময়ে নৌকার কিঞ্চিৎ দূরস্থ স্থির পদার্থকে লক্ষ্য করিলে যেমন সেই পদার্থ বিপরীত দিকে গমন করিতেছে বোধ হয়, তেমনি পৃথিবী প্রতিদিন পূর্ব্বাভিমুখে আবর্ত্ত করিতে করিতে যায়, এনিমিত্ত বোধ হয়, জ্যোতিষ্কগণ

প্রতিদিন পশ্চিমাভিমুখে গমন করিয়া পৃথিবী পরিবেষ্টন করিতেছে।

নক্ষত্রের স্থান নির্ণয়ের উপায়।

তিমিরাচ্ছন্ন কিন্তু মেঘশূন্য রজনীর নির্দিষ্ট সময়ে ঊর্দ্ধদিকে নেত্রপাত করিলে একবারে যত নক্ষত্র দৃষ্টিগোচর হয়, তাহা আমাদের জ্ঞাননেত্রের দৃষ্টিক্ষেত্রে ধারণ করা কঠিন; দূরবীক্ষণ সহকারে এককালে যত নক্ষত্র দৃষ্টিপথে পতিত হয় তাহা তদপেক্ষাও অধিক। দূরবীক্ষণ যন্ত্র যত উৎকৃষ্ট ও পরিষ্কৃত হইয়া আসিতেছে, তত অধিক নক্ষত্র আমাদের দৃষ্টিপথে আবির্ভূত হইতেছে। কিন্তু দূরবীক্ষণ যন্ত্রই যে কেবল নক্ষত্রাদির গতি নির্ণয় করিবার একমাত্র উপায় এমন নহে। যখন মনুষ্য জাতি প্রথমে গ্রহ ও নক্ষত্রাদির গতি নির্ণয় করিতে প্রবৃত্ত হয় তখন দূরবীক্ষণাদি যন্ত্র উদ্ভাবিত হয় নাই। ক্রমে যত মানুষ বুদ্ধির চালনা করিতেছে ততই নানা বিষয়ের অনেক সূক্ষ্ম যন্ত্র প্রকাশ হইতেছে। জগদীশ্বর আমাদিগকে চক্ষুঃরূপ যে দূরবীক্ষণ ও অনুবীক্ষণ যন্ত্র দিয়াছেন সেই যন্ত্র-দ্বারা আমরা সকল বিষয় অনায়াসে দেখিতে ও অনুভব করিতে পারি; অলস হইয়া করি না এই আমাদিগের ত্রুটি।

কোন ব্যক্তি রাত্রিকালে দক্ষিণমুখে দাঁড়াইয়া কিয়ৎক্ষণ গগনমণ্ডল দেখিলে তাঁহার বোধ হইবে যে তিনি যাহা দেখিতেছেন তাহা স্থির নহে। এক জোরা অতি-

বাহিত্ত না হইতে হইতে তাহার ডাইনদিকের তারাগণের মধ্যে অনেককে আর দেখিতে পাইবেন না ; যে নক্ষত্র প্রথমে দেখেন নাই এমত অনেকগুলি বামদিক হইতে প্রকাশ পাইতে থাকিবে ; যাহারা দক্ষিণাকাশের মধ্যস্থানে ছিল তাহারা ক্রমে ক্রমে ডাইনদিক অর্থাৎ পশ্চিমদিকে নামিবে ; যে সমস্ত নক্ষত্র বামদিকের অর্থাৎ পূর্ব্বাকাশের নিম্নভাগে ছিল, তাহারা মধ্যস্থানে উঠিবে ; এইরূপে সমস্ত নক্ষত্র চরকার মত ঘুরিতেছে বোধ হইবে। কিন্তু কোন্ নক্ষত্রের কিরূপ গতি ও তাহারা পরস্পর কি ভাবে অবস্থিত তাহা ভাল রূপে জানিতে হইলে তাঁহাকে পশ্চাল্লিখিত কৌশলটী অবলম্বন করিতে হইবে। দক্ষিণাকাশ যে স্থানে ভূমির সহিত মিলিত হইয়াছে বলিয়া বোধ হইবে তথায় কোন একটী চিহ্ন লক্ষ্য করিতে হয় ; পরে সেই চিহ্ন হইতে উত্তরাকাশ যেখানে ভূমির সহিত সংলগ্ন হইয়াছে দেখাইবে সেই স্থান পর্য্যন্ত আপনার মস্তকের উপর দিয়া একটী রেখা কল্পনা করিতে হয়। এই কল্পিত রেখাকে মাধ্যাহ্নিকরেখা কহে। এই রেখাদ্বারা আকাশমণ্ডল দুই অংশে বিভাজিত হয় ; অনন্তর এই দুই ভাগের উপর দৃষ্টি করিলে ক্রমে উপলব্ধি হইবে যে নক্ষত্রগণের গতি প্রভৃতি যাদৃচ্ছিক নহে উহা নিয়ম বিশেষের বশবর্ত্তী তিনি দেখিতে পাইবেন যে সমস্ত নক্ষত্র পূর্ব্বদিকে উদিত হইয়া মাধ্যাহ্নিক রেখা পর্য্যন্ত আসিয়া ক্রমে পশ্চিম দিকে গিয়া লুপ্ত হয়, আর দক্ষিণদিক হইতে উত্তর দিকে মুখ ফিরাইলে দেখিবেন যে উত্তরদিকের কতক গুলি নক্ষত্রের উদয় অস্ত হয় না।

উত্তর আকাশের তারাগণকে বোধ হয় যেন চক্রবৎ পথে ভ্রমণ করিতেছে। এই চক্রবৎ পথের ব্যাসপরিমাণ সমান নহে, অর্থাৎ কোন কোন নক্ষত্রের কক্ষ বহু দূর বিস্তৃত ও কোন কোন নক্ষত্রের কক্ষ অল্পায়িত। আর ইহারা আপন আপন কক্ষে নিয়ত পরিভ্রমণ করিয়াও সকলেই স্ব স্ব স্থানে অবস্থিত থাকে, অর্থাৎ তাহারা পরস্পর যে যত দূরে আছে বলিয়া প্রথম প্রতীয়মান হইয়াছিল সেই ভাবেই তাহাদিগকে আবাহমান থাকিতে দেখা যায়।

এইরূপ কিছুদিন রাত্রিকালে নক্ষত্রাদির গতি অবলোকন করিলে স্পষ্ট প্রতীয়মান হইবে যে নক্ষত্রগণ পরস্পর যে ভাবে অবস্থিত ও যে পথে ভ্রাম্যমান সেই রূপ অবস্থান ও ভ্রমণ তাহারা নিয়তই করিয়া থাকে। কোন নক্ষত্র কাহারো পথ রোধ করে না।

নক্ষত্রের মধ্যে কতকগুলির তেজ অধিক, কতকগুলির তেজ অল্প। যে সমস্ত নক্ষত্রের তেজ অধিক তাহারাই দেখিতে বড়, এবং দর্শক সেই সমস্ত নক্ষত্রকে ক্রমে ক্রমে চিনিতে পারেন, অর্থাৎ যখন তাহাদিকে দেখেন তখনই জানিতে পারেন যে উহাদিগকে অমুক দিন ঐ স্থানে দেখিয়াছিলাম। এইরূপে নক্ষত্রগণকে চিনিতে পারিলে দর্শক ইচ্ছামতে একএকটীর একএকটী নাম নির্দ্দেশ করেন।

ট্রান্সিট যন্ত্র দ্বারা যে প্রকারে নক্ষত্রগণের উদয় অস্ত অবলোকন করা যায় তাহা নিম্ন লিখিত বিবরণ পাঠ করিলে অনায়াসে সুস্পষ্ট প্রতীত হইবে।

২৯ শ চিত্রক্ষেত্র।

এই চিত্র ক্ষেত্রে অ আ খগোলকের অক্ষ দণ্ড, অর্থাৎ খগোলক এই দণ্ডের চতুর্দ্দিকে ঘুরে। এবং দ ট চ উ ছ ঠ দৃশ্যমান চক্রবালের সমসূত্রে একটী সমান্তরাল বৃত্ত পৃথিবীর কেন্দ্র ভেদ করিয়া চারিদিকে গগণমণ্ডলকে স্পর্শ করিয়া খগোলককে দুই গোলকার্দ্ধে বিভক্ত করিয়াছে, এবং উ দ উত্তর দক্ষিণ রেখা।

যদি ক খ, গ ঘ, ঙ ঝ, ও ড ঢ চারিটী সমান্তরাল বৃত্ত চারিটী নক্ষত্রের গমনীয় পথ হয়, তাহা হইলে ইহাদিগকে পশ্চাৎ লিখিত ভাবে দর্শন করা যাইবে।

যে নক্ষত্র ক খ বৃত্ত অবলম্বন করিয়া ভ্রমণ করে তাহা কখন চক্রবাদের অধোগমন করে না।

যে নক্ষত্র ড ঢ বৃত্ত অবলম্বন করিয়া ভ্রমণ করে তাহা কখন চক্রবাদের ঊর্দ্ধে আইসে না।

যে নক্ষত্র গ ঘ বৃত্ত অবলম্বন করিয়া ভ্রমণ করে

তাহা যৎকালীন ছ গ চ বৃত্তাংশে গমন করে, তৎকালে উহা চক্রবালের ঊর্দ্ধে থাকে বলিয়া তাহা দৃষ্টি গোচর হয় এবং যখন তাহা চক্রবালের নীচে স্থিতি করে, অর্থাৎ চ ঘ ছ বৃত্তাংশে গমন করে তখন তাহা দৃষ্ট হয় না।

যে নক্ষত্র জ ছ বৃত্ত অবলম্বন করিয়া ভ্রমণ করে তাহা যৎকালীন ঠ জ ট বৃত্তাংশে গমন করে তৎকালে চক্রবালের ঊর্দ্ধে স্থিতি করে বলিয়া দৃষ্ট হইয়া থাকে এবং যখন তাহা ট ঝ ঠ বৃত্তাংশে গমন করে তখন চক্রবালের নীচে স্থিতি করে সুতরাং দৃষ্ট হয় না।

শেষে যে দুই নক্ষত্রের কথা উক্ত হইল তাহারা চক্রবালের পূর্ব্ব ভাগে ঠ ও ছ স্থানে উদিত হইয়া চক্রবালের পশ্চিম ভাগে ট ও চ স্থানে অস্তমিত হয়। ছ ও গ চিহ্ন রেখা পার হইয়া ইহারা দক্ষিণদিকে যাইবে।

নক্ষত্রগণ আকাশের মাধ্যন্দিনরেখা বা অক্ষদণ্ডের প্রান্ত অর্থাৎ মুখ হইতে যত দূর তাহাদের মণ্ডলাকার গতির পথ তত বড় আর তাহারা উক্ত মুখের যত নিকট-বর্ত্তী তাহাদের মণ্ডলাকার গতির পথ তত ছোট। নক্ষত্র-গণ অক্ষদণ্ডের প্রান্ত হইতে যতই দূর হউক বা যতই নিকট হউক সমস্ত নক্ষত্রের এক নিয়মে ও একই পরি-মিত সময়ে উদয় ও অস্ত হইয়া থাকে; অর্থাৎ অতি দূরস্থ নক্ষত্রেরও যে রূপ ২৩ হোরা ৫৬ মিনিট ৪ সেকেণ্ডে উদয় ও অস্ত হয়, অতি নিকটস্থ নক্ষত্রেরও ঐ পরিমিত সময়ে উদয় ও অস্ত হইয়া থাকে। নৈকট্য প্রযুক্ত অল্প সময়ে ও দূরত্ব প্রযুক্ত অধিক সময়ে উদয় ও অস্ত হয় না; যদি এক খানি চাকার পাঁচটী বেড়

থাকে, তাহা হইলে সেই পাঁচটী বেড়ের মধ্যে কোন কোনটী আলের নিকট, ও কোন কোনটী তাহা হইতে দূরে থাকে কিন্তু তাহাতে যে সময়ে দূরস্থ গুলি ঘুরিয়া উপরে আইসে ঠিক সেই সময়েই নিকটের গুলিও ঘুরিয়া উপরে আইসে।

আকাশের কেন্দ্র নিশ্চয় করণের উপায়।

দর্শক উত্তরমুখ হইয়া দাঁড়াইয়া যদি দিগ্বলয়ের উপর দৃষ্টি করেন তবে দিগ্বলয়ের কিছু উপরে দেখিবেন যে চারিটী নক্ষত্র এরূপ ভাবে সংস্থিত আছে যে চারিটীতে একটী সমচতুষ্কোণাকার হয়। এবং ঐ চারিটীর মধ্যে যাহার জ্যোতিঃ মন্দ সেই নক্ষত্রের নিকট হইতে পূর্ব্ব দক্ষিণদিকে বক্রভাবে আর তিনটী নক্ষত্র দেখা যাইবে। এই সাতটী নক্ষত্রপুঞ্জকে গ্রেট বেয়ার অর্থাৎ বড় ভালুক* বলিয়া থাকে। এই সাতটী নক্ষত্র সুমেরু প্রদেশের নিকট বলিয়া আমরা তাহাদিগকে সর্ব্বকালেই দেখিতে পাই। ঐ সাতটী নক্ষত্রের উত্তর আর এরূপ ছোট ছোট সাতটী নক্ষত্র আছে। এই সাতটী ছোট নক্ষত্রপুঞ্জকে লেসার

---

* আকাশে ঠিক ভালুক প্রভৃতির আকার নাই, কিন্তু প্রাচীন জ্যোতির্ব্বিদেরা উক্ত পুঞ্জ সকলকে তত্তৎ আকার বিশিষ্ট অনুভব করাতে তাঁহারা ঐ সকল পুঞ্জকে উক্ত নাম দ্বারা নির্দ্দেশ করিয়াছেন।

বেয়ার অর্থাৎ ছোট ভালুক বলিয়া থাকে। এই ছোট ভালুক নক্ষত্ররাশির কল্পিত লাঙ্গূলের একটী উজ্জ্বল নক্ষত্র দেখা যায়, সেই নক্ষত্রের নাম পোলষ্টার অর্থাৎ ধ্রুবতারা। এই নক্ষত্র ঠিক পৃথিবীর উত্তর মেরুর উপরে, এই মেরুর প্রান্ত হইতে সরল রেখা টানিলে গগণমণ্ডলে উক্ত নক্ষত্রকে স্পর্শ করে। বড় ভালুকের ক নক্ষত্র হইতে ধ্রুবতারা পর্য্যন্ত একটী সরল রেখা কল্পনা করিলে ঐ রেখা যত বড় হইবে সেই পরিমাণে আর একটী রেখা ঈষৎ পূর্ব্ব-দক্ষিণদিকে কল্পনা করিতে হইবে তাহা হইলে আর একটী নক্ষত্ররাশি দেখা যাইবে। সেই রাশির মধ্যে ছয়টী নক্ষত্র অতিশয় উজ্জ্বল। এই নক্ষত্ররাশিকে কেশিওপিয়া নামা রাজমহিষী বলে। বড় ও ছোট ভালুক এবং কেশিওপিয়া রাজমহিষী নামক তিনটী নক্ষত্ররাশি পরস্পর যে ভাবে আকাশমণ্ডলে আছে তাহা নিম্নস্থিত প্রতিকৃতি ও আকাশমণ্ডল দেখিলে স্পষ্ট প্রতীত হইতে পারে।

১৯ শ চিত্রক্ষেত্র।

বড় ভালুকের খ ক নক্ষত্র সহকারে ধ্রুবতারা ও অপরাপর নক্ষত্র দৃষ্ট হয় বলিয়া তাহাদিগকে প্রদর্শক

নক্ষত্র বলিয়া থাকে। এই নক্ষত্রগণ নিত্য পূর্ব্বদিকে উদয় হইয়া দক্ষিণদিক ঘুরিয়া পশ্চিমে আইসে এবং পশ্চিম হইতে উত্তরদিক ঘুরিয়া পূর্ব্বদিকে যায়। পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে নক্ষত্রের মণ্ডল-গতির বৃত্ত যত বিস্তৃত বা অল্পায়ত হউক তাহাদিগের উদয় অস্ত সমানকালে হইয়া থাকে সেইজন্য ক্ষ চিহ্নিত নক্ষত্র উত্তর প্রান্ত হইতে অনেক দূর এবং থ চিহ্নিত ধ্রুব তারা তাহার অতি নিকট হইলেও তাহাদিগকে সমান সময়ে স্ব স্ব কক্ষ মধ্যে ঘুরিয়া আসিতে দেখা যায়।

অষ্টাদশ প্রতিকৃতিতে অ আ রেখাটীকে মাধ্যাহ্নিকরেখা বলা যায়, অর্থাৎ ঐ রেখা দ্বারা আকাশমণ্ডল পূর্ব্বপশ্চিমে দুই ভাগে বিভক্ত হয়। এই সরল রেখা উত্তর হইতে ঠিক মাথার উপর দিয়া আকাশের দক্ষিণ প্রান্ত পর্য্যন্ত বিস্তৃত। নক্ষত্রগণ তাহাদিগের আহ্নিক গতি নিবন্ধন এই কল্পিত রেখার যে অংশে যখন অবস্থিত হয় তাহাদিগের অক্ষাংশ তখন তথা হইতেই নির্ণয় করা যায়। এই প্রতিকৃতিতে ছ চিহ্নিত স্থানের নিকট যে নক্ষত্র দৃষ্ট হয় উক্ত স্থানই তাহার নিকট অক্ষাংশ। যখন ঐ তারা দৈনিক-গতি নিবন্ধন মাধ্যাহ্নিকরেখা পার হইয়া দক্ষিণদিকে আইসে তখন তাহার দূর অক্ষাংশ হয়, আবার উহা ঘুরিয়া গ চিহ্ন পার হইয়া দক্ষিণদিকে আইসে তখন উহাকে দিগ্‌বলয় হইতে অনেক দূরে দেখিতে পাওয়া যায়। নক্ষত্রগণ দিগ্‌বলয়ের নিকট থাকিলে তাহাদিগের অক্ষাংশ অল্প ও তথা হইতে অন্তরে থাকিলে তাহাদিগের অক্ষাংশ অধিক বলা যায়। নক্ষত্রগণ দিগ্‌-

বলয়ের দূরস্থ কি নিকটস্থ তাহা কোয়াড্রেন্ট অর্থাৎ বৃত্তপাদযন্ত্রদ্বারা পরিমাণ করা যায়।

বৃত্তপাদযন্ত্রদ্বারা কি রূপে নক্ষত্রের উন্নতি, অর্থাৎ চক্রবাল হইতে ঐ নক্ষত্রের কেন্দ্র পর্য্যন্ত দূরত্ব, নিরূপণ করিতে হয় তাহার এক উদাহরণ দেওয়া যাইতেছে। মনে কর ধ্রুব তারা কেন্দ্র হইতে কত অংশ দূর তাহা নিশ্চয় করিতে হইবে। প্রথমতঃ ধ্রুবতারা যে বৃত্তাকার পথে নিত্য ভ্রমণ করিয়া থাকে সেই বৃত্তের ব্যাস কত বড় তাহা স্থির করিতে হইবে, যেহেতু ঐ ব্যাসার্দ্ধ লইলেই গগণমণ্ডলের উত্তর মেরু কত দূর তাহা জানিতে পারা যাইবে; ১২ শ চিত্রক্ষেত্রের থ চিহ্ন ধ্রুব তারার স্থান। এইক্ষণে ধ্রুবতারার বৃত্তাকার পথ কিরূপে স্থির করিতে হয় তাহা বলা যাইতেছে। পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে, যে স্থানে ধ্রুবতারা বলয়রেখার নিকটে সেই স্থান নিকট অক্ষাংশ, আর যে স্থানে উহা বলয় রেখা হইতে দূর, তাহা দূর অক্ষাংশ। বৃত্তপাদযন্ত্র সহকারে ঐ দূর ও নিকট অক্ষাংশ দেখিলে প্রতীত হইবে যে এতদুভয়ের ব্যবধান প্রায় তিন অংশ, এইক্ষণে এই ব্যবধান স্থল উক্ত তারার গমনীয় পথের মধ্যগত সূত্রের পরিমাণ; সুতরাং তাহার পরিধি ৯ অংশ পরিমিত তাহা স্থির হইতেছে। বৃত্তের তিন অংশের এক অংশ ব্যাস; সুতরাং ধ্রুবতারার ব্যাস ৩ অংশ, ব্যাসর্দ্ধ ১°৩০′। তাহা হইলে ওলনদড়ি যে চিহ্নের উপর পড়িবে তাহাতে এই ১° ৩০′ যোগ করিলে বলয়রেখা হইতে গগণমণ্ডলের উত্তর প্রান্ত কত উচ্চ তাহা সহজেই জানা যায়।

জ্যোতিষিক যন্ত্র।

বৃত্ত বড়ই হউক বা ছোটই হউক উহা ৩৬০° (অংশ) দ্বারা নির্দ্দেশিত হইয়া থাকে, সুতরাং বৃত্তের চতুর্থাংশ ৯০° পরিমিত হয়। কোয়াডেরেণ্ট অর্থাৎ বৃত্তপাদ যন্ত্র বৃত্তের চতুরাংশের একাংশ এই প্রযুক্ত তাহাও ৯০° পরিমিত। বৃত্তপাদ যন্ত্রটীর আকার

উপরিস্থ প্রতিকৃতিতে ক খ চিহ্ন দ্বারা প্রদর্শিত হইয়াছে ঝ চিহ্ন দ্বারা যে বৃত্তের চতুর্থাংশ প্রদর্শিত হইয়াছে

তাহা গগণমণ্ডলের চতুরাংশের একাংশ। ঐ বৃত্তাংশের নিকট যে * এইরূপ চিহ্ন আছে সেটী কোন লক্ষিত নক্ষত্র বিশেষ। ঝ চিহ্নিত বৃত্তাংশের নিম্নভাগে শূন্য হইতে বৃত্তপাদ যন্ত্র পর্য্যন্ত যে রেখা অঙ্কিত আছে তাহা দিগ্বলয় রেখা। ক খ নামক বৃত্তপাদ যন্ত্রের বেড়টি বৃত্তের ঠিক চতুরাংশের একাংশ। বৃত্তপাদ যন্ত্রে যে ০, ১০, ২০, ইত্যাদি চিহ্ন আছে তাহা ১ অবধি ৯০ অংশের চিহ্ন। ঐ বৃত্তপাদ যন্ত্রের ধারে ছ জ দুইটি শূন্যগর্ভ চোঙ্গ আছে; ঐ চোঙ্গের মধ্য দিয়া দেখিতে হয়। ঐ দুইটি চোঙ্গকে দর্শনকূপ বলে। বৃত্তপাদ যন্ত্রের কোণ অর্থাৎ যে স্থানে বৃত্তের মধ্যস্থান তথায় ওলনদড়ি বান্ধা আছে। ঐ ওলনদড়ি দিগ্বলয় সম্বন্ধে নিত্য লম্বভাবে থাকে। নক্ষত্রের উন্নতি নির্ণয় করিতে হইলে এরূপ ভাবে ধরিতে হয় যে উহার যে ধারে চোঙ্গ আছে সেই ধার দিগ্বলয়রেখা সম্বন্ধে লম্বভাবে থাকে। তাহা হইলে ওলনদড়ি অবশ্যই বৃত্তপাদ যন্ত্রের অংশ চিহ্নিত দিকের ০ স্থানে আসিয়া পড়িবে। বৃত্তপাদের দর্শনকূপ দিয়া কোন নক্ষত্র লক্ষ্য করিলে দিগবলয় রেখা হইতে যত অংশ বৃত্তপাদযন্ত্রকে উচ্চ করা যাইবে ঐ ওলনদড়ি দিগ্বলয়রেখা হইতে তত অংশ অপসৃত হইয়া বৃত্তপাদের অঙ্কিত অংশের উপর ঝুলিবে। তাহা হইলে স্পষ্ট জানা যাইবে যে অমুক নক্ষত্র দিগ্বলয়রেখা হইতে এত অংশ উচ্চ, ওলনদড়ি উচ্চতার প্রমাণ।

ভূমিতে নিহিত কোন কীলকে কিম্বা মাধ্যাহ্নিকরেখার সমসূত্রে সংস্থিত কোন প্রাচীরে বৃত্তপাদ যন্ত্রকে সংস্থাপিত

করিতে হয়। শেষোক্ত প্রকারে রাখিলে মিউরাল অর্থাৎ প্রাচীরী বৃত্তপাদযন্ত্র বলে।

আকাশমণ্ডলে জ্যোতিষ্কগণের দূরত্ব হেড্‌লির সেক্স-টেন্ট যন্ত্রদ্বারা নির্দ্ধারিত হয়। যদিও বৃত্তপাদ যন্ত্র দ্বারা ডাক্তর ব্রাডলি ও মাস্কেলিন বিস্তর আবিষ্কার করিয়াছেন; তথাচ বহুদর্শন দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে বৃত্তপাদ যন্ত্র অপেক্ষা জ্যোতিষিক বৃত্তযন্ত্র অনেক অংশে উৎকৃষ্ট।

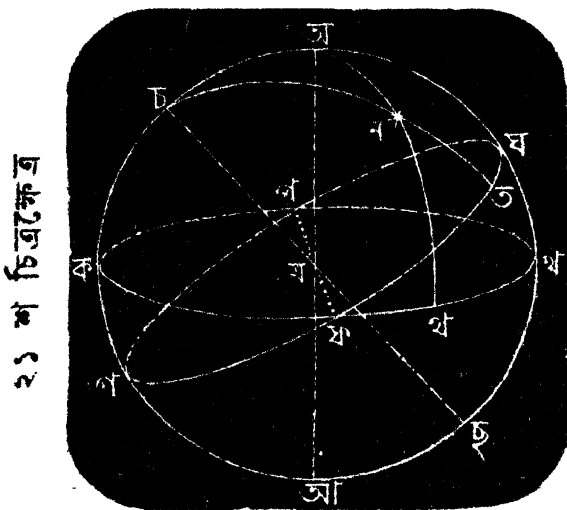
রেমশডিন সাহেবের অনুরোধে বৃত্তপাদ যন্ত্রের পরিবর্ত্তে বৃত্তযন্ত্রের ব্যবহার হয়। তিনি উক্ত যন্ত্র স্বহস্তে একটী নির্ম্মাণ করিয়া পালারমো পর্য্যবেক্ষণিকাতে স্থাপিত করে; ঐ যন্ত্রের ব্যাস ৫ ফুট ছিল। ১৮১২ খৃঃ অঃ ট্রুফ্‌টন সাহেব ছয় ফুট ব্যাস পরিমিত একটী মিউরেল অর্থাৎ প্রাচীরী বৃত্তযন্ত্র নির্ম্মাণ করিয়া গ্রিন্‌উইচ পর্য্যবেক্ষণিকাতে সংস্থাপিত করেন। সেই কালাবধি উক্ত যন্ত্র বৃত্তপাদ যন্ত্রের পরিবর্ত্তে ব্যবহার হইয়া আসিতেছে!

ডবলিন দেশস্থ টি নিটি বিদ্যালয়সংক্রান্ত পর্য্যবেক্ষণিকাতে যে জ্যোতিষিক বৃত্তযন্ত্র আছে তাহার ব্যাস ৮ ফুট, তাহাতে তিনটী অনুবীক্ষণ যন্ত্র সংযুক্ত আছে, একটী নিম্ন ভাগের ও অপর দুইটী চক্রনালীয় ব্যাসের সম্মুখে। জ্যোতিষ্কের অক্ষাংশ এই তিনটার দ্বারা যুগপৎ লক্ষিত হয় বলিয়া প্রায় গণনায় ভ্রম হয়। আর ঐ যন্ত্রটী এরূপ কৌশলে নির্ম্মিত যে উহাকে অনায়াসে পরিচালনা করা যাইতে পারে।

জ্যোতিষ্কগণ মাধ্যাহ্নিকরেখার উপর দিয়া যখন গমন করে তখন তাহাদিগকে যে যন্ত্র সহকারে দর্শন করা

যায় তাহাকে ট্রান্সিট যন্ত্র কহে। পূর্ব্ব পশ্চিম দুইদিকে দুইটী স্তম্ভ নির্ম্মাণ পূর্ব্বক তদুভয়ের উপরে একটী দণ্ড রাখিয়া ঐ দণ্ডের মধ্যস্থলে একটী দূরবীক্ষণ লম্বভাবে এরূপে সংস্থাপিত করিতে হয়, যে উহা মাধ্যাহ্নিকরেখার ঠিক নিম্নে থাকে। দণ্ডটী ঘুরাইবার নিমিত্ত হইার এক প্রান্তে স্ক্রু থাকে। মাধ্যাহ্নিকরেখা সুন্দররূপে নির্ণয় করিবার জন্য এই যন্ত্রের চোঙ্গের ভিতরে মুকুরের সন্নিকটে তিনটী কি পাঁচটী তার সমান্তরাল ভাবে এরূপে স্থাপিত করিতে হয় যে যন্ত্রটী উত্তরদিক হইতে দক্ষিণদিকে সরিয়া গেলে মধ্যের তারটী সর্ব্বদাই মাধ্যাহ্নিকরেখার ঠিক নিম্নে থাকিবে। অপর ঐ পাঁচটী তারকে সমবিভাগ করে এরূপ করিয়া আর একটী তার উহাদিগের উপর স্থাপিত করিতে হয়। দর্শনকালীন কোন নক্ষত্র যখন মধ্য তারটী পার হইয়া যায়, একটী নাক্ষত্রিক ঘটিকাযন্ত্রে দেখিয়া সেই সময় লিখিয়া রাখিতে হয়। এই রূপ লিখিয়া না রাখিলে ট্রান্সিট যন্ত্র দ্বারা জ্যোতিষ্কের পর্য্যবেক্ষণ সম্পূর্ণ হয় না। জ্যোতিষ্কগণের সরল স্থান ও উদয় অস্তের কাল এই যন্ত্র দ্বারা নির্ণীত হইয়া থাকে।

সরল উত্থান ক্রান্তি অক্ষ দ্রাঘিমা ইত্যাদি।

২১ শ চিত্রক্ষেত্র

এই চিত্রক্ষেত্রটীকে খগোলকের প্রতিরূপ জ্ঞান কর অ আ পৃথিবীর মেরুদণ্ড ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হইয়া খগোলক স্পর্শ করিয়াছে। ক খ বিষুবরেখা অর্থাৎ পৃথিবীর নিরক্ষবৃত্ত ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হইয়া গগণমণ্ডল স্পর্শ করিয়াছে। অ আ বিন্দু দুইটী বিষুবরেখার সকল স্থা হইতে ৯০° অন্তর। যদি ন চিহ্নিত স্থানে কোন জ্যোতি থাকে তাহা হইলে অ ন থ চাপটী অ চিহ্ন হইতে থ চিহ্ন পর্য্যন্ত ৯০ অংশ পরিমিত হইবে। অপর ই বিষুব রেখাকে সমকোণে ছেদ করিবে। গ ঘ রবিম অর্থাৎ এই বৃহৎ বৃত্তের পরিধির উপর দিয়া সূর্য্যে সাংবৎসরিক পরিভ্রমণ সম্পন্ন হইতেছে অনুভূত হয়।

বিষুবরেখা হইতে, সূর্য্য নক্ষত্র অথবা কোন গ্রহে অন্তরকে যথাক্রমে সেই সেই জ্যোতিষ্কের ক্রান্তি কহে ক্রান্তি জ্যোতিষ্কগণের অক্ষ স্বরূপ। যখন কোন জ্যো

তিষ্ক বিষুবরেখাতে অবস্থান করে তখন তাহার ক্রান্তি শূন্য। সূর্য্যের ক্রান্তি ২৩° ২৮′; নক্ষত্রের ক্রান্তি ৯০° এবং সিরিস প্যালাস ও জুনো ভিন্ন অন্যান্য গ্রহের ক্রান্তি ৩০° ২৮′ অপেক্ষা অধিক হয় না। ন চিহ্নিত স্থানের জ্যোতিষ্কের থ চিহ্ন হইতে দূরত্ব পরিমাণকে উহার ক্রান্তি কহে।

কোন বৃহৎ বৃত্ত, খগোলকস্থ কোন জ্যোতিষ্কের মধ্য ভেদ করিয়া বিষুবরেখাকে সমকোণে ছেদ করিলে সেই ছেদ বিন্দু হইতে মেষ রাশির প্রথমাংশ পর্য্যন্ত বিষুবরেখার যে খণ্ড পড়ে তাহাকে সেই জ্যোতিষ্কের সরল উত্থান কহে। মেষ রাশির প্রথমাংশ হইতে পূর্ব্বাভিমুখে সরল উত্থানের অংশের গণনা হইয়া থাকে। ভূগোলকস্থ স্থানের দ্রাঘিমা যে রূপ জ্যোতিষ্কের সরল উত্থান সেইরূপ। ন চিহ্নিত জ্যোতিষ্কের ফ চিহ্ন হইতে থ চিহ্ন পর্য্যন্ত দূরত্ব পরিমাণকে উহার সরল উত্থান কহে।

রবিমার্গ হইতে খগোলকস্থ কোন গ্রহ বা নক্ষত্রের দূরত্ব পরিমাণকে সেই গ্রহ বা নক্ষত্রের অক্ষ কহে। এই অক্ষ রবিমার্গের উত্তর ও দক্ষিণদিকে তন্মেরু পর্য্যন্ত ৯০° পরিমিত হইতে পারে। নক্ষত্রের অক্ষ ৯০° পর্য্যন্ত হইতে পারে; কিন্তু দুই এক গ্রহ ভিন্ন গ্রহদিগের অক্ষ ৮ অংশের অধিক হয় না। সূর্য্যের অক্ষ সর্ব্বদাই শূন্য। ন চিহ্নিত জ্যোতিষ্কের ত চিহ্ন পর্য্যন্ত দূরত্ব পরিমাণকে উহার অক্ষ কহে।

মেষ রাশির প্রথমাংশ হইতে পূর্ব্বাভিমুখে খগোলকস্থ কোন নক্ষত্র বা গ্রহের দূরত্ব পরিমাণকে সেই

নক্ষত্র বা গ্রহের দ্রাঘিমা কহে। খগোলকে এই দ্রাঘিমার অংশাদি রবিমার্গে গণিত হইয়া থাকে। নক্ষত্র বা গ্রহের দ্রাঘিমা ৩৬০ অংশ পর্য্যন্ত হইতে পারে। ন চিহ্নিত জ্যোতিষ্কের ফ চিহ্ন হইতে ত চিহ্ন পর্য্যন্ত দূরত্ব পরিমাণকে উহার দ্রাঘিমা কহে, অর্থাৎ বিষুবরেখা যেখানে রবিমার্গকে ছেদ করিয়াছে সেই স্থান হইতে যে স্থানে নত চাপ রবিমার্গে সংলগ্ন সেই দূরত্ব পরিমাণকে দ্রাঘিমা কহে।

কোন জ্যোতিষ্কের কেন্দ্র হইতে বিষুবরেখার মেরু পর্য্যন্ত আয়ত বৃত্তপরিধিখণ্ডকে সেই জ্যোতিষ্কের মেরু-অন্তর কহে। অ চিহ্ন হইতে ন চিহ্ন পর্য্যন্ত আয়তবৃত্ত-পরিধিখণ্ডকে ন চিহ্নিত জ্যোতিষ্কের মেরুঅন্তর কহে।

কোন জ্যোতিষ্কের কেন্দ্র হইতে চক্রবাল পর্য্যন্ত আয়ত উন্নতি বৃত্তপরিধিখণ্ডকে সেই জ্যোতিষ্কের উন্নতি-কহে; এবং উক্ত পরিধিখণ্ডে যত অংশ থাকে উন্নতি পরিমাণ তত অংশ হয়। জ একটী নির্দ্দিষ্ট জ্যোতিষ্ক (১৮ শ চিত্রক্ষেত্র) ত শিরোবিন্দু বা চক্রবালের মেরু; উ ছ ঠ দ ট চ চক্রবাল। জ চিহ্নিত জ্যোতিষ্কের দ চিহ্ন পর্য্যন্ত দূরত্ব পরিমাণকে উহার উন্নতি কহে।

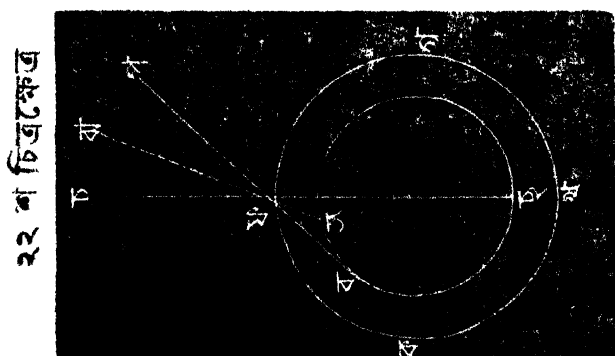
যে সকল বৃহৎ বৃত্ত শিরোবিন্দু ও অধোবিন্দু দিয়া গমন করিয়া চক্রবালকে সমকোণে ছেদ করে তাহাদিগকে উন্নতিবৃত্ত কহে।

কোন জ্যোতিষ্কের কেন্দ্র হইতে শিরোবিন্দু পর্য্যন্ত আয়ত উন্নতি বৃত্তপরিধিখণ্ডকে সেই জ্যোতিষ্কের শিরোবিন্দু অন্তর কহে। প্রত্যেক জ্যোতিষ্কের উন্নতি ও শিরো

বিন্দু-অন্তরের সমষ্টি ৯০ অংশ পরিমিত হয়। জ চিহ্নিত জ্যোতিষ্কের (১৮ শ চিত্রক্ষেত্র) ত চিহ্ন পর্য্যন্ত দূরত্ব পরিমাণকে উহার শিরোবিন্দু-অন্তর কহে। জ্যোতিষ্ক-গণের উন্নতি ও শিরোবিন্দু-অন্তরের সমষ্টি ৯০ অংশ হইতে পারে, কারণ ত দ বৃত্তপরিধিখণ্ড বা চাপটী ৯০ অংশ পরিমিত।

বক্রীভবন।

কিরণ শূন্যে সরল রেখাক্রমে গমন করে, কিন্তু অন্য পদার্থের প্রতিঘাতে অথবা এক পদার্থ ছাড়িয়া অপেক্ষা-কৃত ঘন বা সূক্ষ্ম পদার্থান্তরে প্রবেশ করিলে তাহার গতি বক্র হইয়া যায়। কিরণের এইরূপ বক্র গতিকে বক্রীভবন কহে। কিরণ যখন এক পদার্থ ত্যাগ করিয়া অপেক্ষাকৃত ঘন পদার্থ ভেদ করিয়া গমন করে, তখন ঐ ঘনতর পদার্থ প্রবেশমুখে একটী লম্বপাত করিলে কিরণটী বক্র হইয়া লম্বরেখার নিকটবর্ত্তী হইতে থাকে।

১৯ শ চিত্রক্ষেত্র

যথা, ব ছ জ পৃথিবী ও ক খ গ পৃথিবীর উপরিস্থ বায়ু রাশির সীমা। প নামক কোন জ্যোতিষ্ক হইতে প ক একটী কিরণ ক খ গ চিহ্নিত পৃথিবীর বায়ু রাশির উপর

নিপতিত হইলে ফ ব সরল রেখা ক্রমে গমন না করিয়া ফ স্থানে বক্র হইয়া ফ ছ লম্বের সমীপবর্ত্তী ফ জ রেখা ক্রমে গমন করে, সুতরাং জ স্থানে স্থিত কোন ব্যক্তি প কে প চিহ্নিত স্থানে না দেখিয়া ঝ স্থানে দর্শন করে। অতএব স্পষ্ট বোধ হইতেছে যে, কিরণের বক্রীভবন দ্বারা জ্যোতিষ্কগণ অপেক্ষাকৃত উচ্চতর স্থানে দৃষ্ট হয়। কিরণ সকল যখন লম্বভাবে পতিত হয় তখন তাহারা ঘন পদার্থ ভেদকালীন এরূপ বক্র হয় না। এবিষয় পাঠকবর্গের স্পষ্ট বোধের নিমিত্ত আমরা নিম্নে একটী উদাহরণ প্রদর্শন করিতেছি; যথা, একটী বাটির মধ্যে একটী নূতন টাকা রাখিয়া তাহার কিঞ্চিৎ অন্তরে বসিয়া দেখিলে বাটির মধ্যে টাকা দেখা যাইবে না, কিন্তু সেই বাটি যদি নির্ম্মল জলে পরিপূর্ণ করা যায় তাহা হইলে জল মধ্যে টাকার প্রতিবিম্ব কিঞ্চিৎ ঊর্দ্ধে পড়িবে এবং যেখান হইতে পূর্ব্বে টাকা দেখা যাইতে ছিলনা সেইখান হইতে তাহা দৃষ্ট হইবে।

অতি প্রত্যূষে ও প্রদোষ সময়ে আমরা যে রক্তবর্ণ সূর্য্যমণ্ডল দেখিতে পাই, তাহা প্রকৃত সূর্য্য নহে সেটী সূর্য্যের প্রতিবিম্ব। কিরণের বক্রীভবন দ্বারা সূর্য্য অপেক্ষাকৃত উচ্চতর স্থানে দৃষ্ট হয়। যেরূপ বাটিতে স্থিত টাকা জল দ্বারা কিঞ্চিৎ ঊর্দ্ধে দৃষ্ট হইয়া থাকে; সেইরূপ প্রত্যূষে সূর্য্য বলয়রেখা হইতে অর্দ্ধ অংশ নিম্ন ভাগে থাকিলেও বায়ু দ্বারা উহার প্রতিবিম্ব প্রকৃত স্থান হইতে কিঞ্চিৎ ঊর্দ্ধে দেখিতে পাওয়া যায়।

বক্রীভবন প্রভাবে চন্দ্র সূর্য্যকে প্রত্যহ দুই মিনিট পূর্ব্বে উদিত ও দুই মিনিট পরে অস্তমিত হইতে দেখা যায়। চন্দ্র

বালের নিকটে জ্যোতিষ্কগণের বক্রীভবন অর্দ্ধ অংশ পরিমিত হয়, তথা হইতে উহারা যত আকাশমার্গে ঊর্দ্ধে গমন করিতে থাকে, তত উহাদের বক্রীভবন হ্রাস হইয়া যায়। যখন উহারা চক্রবাল হইতে ১০° ঊর্দ্ধে যাইবে তখন উহাদের বক্রীভবন এক অংশের দ্বাদশ ভাগ অর্থাৎ চক্রবালস্থ বক্রীভবন-পরিমাণের ষষ্ঠাংশ হয়। আর যখন ৪৫° ঊর্দ্ধে গমন করে তখন বক্রীভবন ১′ অর্থাৎ এক অংশের ষাইট ভাগ মাত্র হয়। অতএব আকাশের ঊর্দ্ধ ভাগে জ্যোতিষ্কগণের বক্রীভবন অতি অল্প হইয়া থাকে।

স্থান পরিবর্ত্তন বা লম্বন।

যদি পৃথিবীর কেন্দ্রস্থ হইয়া কোন জ্যোতিষ্ককে দর্শন কর সম্ভবে তাহা হইলে কেন্দ্রস্থ ব্যক্তি উহাকে যে স্থানে দেখিবে পৃথিবীর পৃষ্ঠস্থ ব্যক্তি উহাকে তথায় দেখিতে না পাইয়া অপর স্থানে দেখিবে। এই ব্যবধানকে লম্বন কহে। যথা, ত থ দ ম কে দূরস্থ গগণমণ্ডলের এক খণ্ড

২৬শ চিত্রক্ষেত্র

এবং খ গ ঘ কে পৃথিবী বোধ কর; চু চিহ্নিত স্থানীয় কোন জ্যোতিষ্ককে পৃথিবীর কেন্দ্র ক হইতে দর্শ

করিলে তাহা ঞ স্থানে দৃষ্ট হইবে এবং ধরাতলের খ স্থান হইতে দর্শন করিলে দ স্থানে দৃষ্ট হইবে; এই দুই স্থানের অন্তর থ দ কে লম্বন কহে*। লম্বন দ্বারা জ্যোতিষ্কগণ অপেক্ষাকৃত নিম্নস্থ দৃষ্ট হয়। ফলতঃ যেন পৃথিবীর কেন্দ্রস্থ হইয়াই সকলে জ্যোতিষ্কগণ অবলোকন করে এই অনুমান অবলম্বন করিয়া জ্যোতিঃশাস্ত্রের নিয়ম সকল লিখিত হইয়াছে, কিন্তু এরূপ বাস্তবিক ঘটেনা একারণ জ্যোতিষ্কের গণনা করণ কালে এই লম্বন অর্থাৎ স্থানপরিবর্ত্তন হেতু যে বৈলক্ষণ্য হইবার সম্ভাবনা তাহা বিবেচনা করিয়া যথা যোগ্য স্থলে ধরিয়া লইতে হয়;

---

* এই ক্ষেত্রে পৃথিবী তলস্থ খ চিহ্নিত স্থানের শিরোবিন্দু-অন্তর ত খ ছ কোণ; এবং পৃথিবীকেন্দ্রস্থ ক চিহ্নিত স্থানের শিরোবিন্দু অন্তর ত ক ছ কোণ; এই দুই কোণ বা শিরোবিন্দুঅন্তর পরস্পর বিয়োগ করিলে অবশিষ্ট ক ছ খ কোণকে ছ নামক জ্যোতিষ্কের লম্বন অর্থাৎ স্থান পরিবর্ত্তন কহে। পশ্চাৎ লিখিত প্রণালীতে প্রক্রিয়া করিলে এই কোণের বৃহত্ত্ব অনায়াসে প্রাপ্ত হইবে।

ত খ ছ শিরোবিন্দু-অন্তরকে গ অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ কর, ক ছ খ স্থানপরিবর্ত্তনকে ল দ্বারা নির্দ্দেশ কর এবং ক খ পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ ও ছ চিহ্নিত জ্যোতিষ্কের ক হইতে ছ পর্য্যন্ত দূরত্ব পরিমাণ ক ছ কে অ ও আ দ্বারা নির্দ্দেশ কর; ত্রিকোণমিতি দ্বারা খ ক ছ ত্রিভুজে

সাইন খকছ : সাইন কখছ :: কখ : কছ

অথবা সাইন ল : সাইন (১৮০° − গ) :: অ : আ

তন্নিমিত্ত সাইন $ল = \frac{অ}{আ}$ সাইন গ। (১)

অন্যথা গণনা সূক্ষ্ম হয় না। নক্ষত্রগণ অত্যন্ত দূরস্থিত বলিয়া ইহাদের লম্বন বা স্থানপরিবর্ত্তন অতি সামান্য সুতরাং তাহা গণনা হইতে পরিত্যক্ত হয়। যখন কোন জ্যোতিষ্ক ঠিক শিরোবিন্দুতে অবস্থান করে তখন তাহার স্থান পরিবর্ত্তন শূন্য হয়, আর যত শিরোবিন্দুর দূরবর্ত্তী হয় ততই তাহার স্থানপরিবর্ত্তন নিয়মিত পরিমাণে বৃদ্ধি হইতে থাকে, চক্রবালস্থ হইলেই বৃদ্ধির শেষ হয়; সুতরাং এক স্থানের লম্বন নিরূপিত হইলে অন্য স্থানের সহজেই গণনা করা যাইতে পারে। যদি কোন জ্যোতিষ্ক চক্রবালে অবস্থান করে তাহা হইলে উহার স্থান পরিবর্ত্তনকে চক্রবালীয় লম্বন কহে, এবং এই চক্রবালীয় লম্বন নির্দ্ধারিত হইলে উক্ত জ্যোতিষ্ক চক্রবাল হইতে যত উর্দ্ধে থাকুক না কেন উহার লম্বন অনায়াসে স্থিরীকৃত হইতে পারে।

ছ চিহ্নিত জ্যোতিষ্ক চক্রবালে অবস্থিত থাকিলে ক খ ছ ত্রিভুজটী সমকোণি হইয়া পড়ে, অর্থাৎ ইহার ক খ ছ কোণ ৯০° পরিমিত হয়, সুতরাং উহার লম্বনের ও যত দূর বৃদ্ধি হইবার তাহা হয়। এবং ত চিহ্নিত স্থান হইতে পৃথিবীর যে দৃশ্যমান ব্যাস লক্ষিত হয় ঐ লম্বন ঠিক তাহার অর্দ্ধেক হয়। ইহাকেই চক্রবালীয় লম্বন কহে এবং যদি ইহাকে চল অক্ষরদ্বারা নির্দ্দেশ করা যায়, তাহা হইলে পুর্ব্বোক্ত সমীকরণের দ্বারা

$$\text{সাইন চল} = \frac{\text{অ}}{\text{আ}} \qquad (২)$$

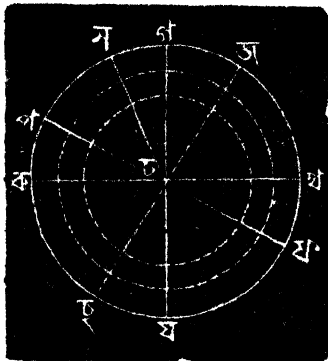
জ্যোতিষ্কগণের দূরত্ব পরিমাণকালে এই দুইটী সমীকরণের ব্যবহার হইয়া থাকে।

বক্রীভবনের ন্যায় লম্বন চক্রবালের নিকটে অধিক ও শিরোবিন্দুর নিকট শূন্য হয়। শিরোবিন্দু স্থলে জ্যোতিষ্কগণ বক্রীভবন ও লম্বন শূন্য হয়, তাহার কারণ এই যে পৃথিবীর পৃষ্ঠের কোন স্থান হইতে আর তাহার কেন্দ্র হইতে যে রেখা শিরোবিন্দু পর্য্যন্ত অঙ্কিত অর্থাৎ কল্পিত হয় তাহা অবশ্যই একত্র মিলিত হইয়া যায়, তাহাদের সংযোগে কখনই কোণ জন্মে না।

কোন নির্দ্দিষ্ট স্থানের অক্ষ নির্ণয় করণের নিয়ম।

বিষুবদিনে অর্থাৎ আশ্বিন বা চৈত্র মাসের ১০ম দিবসে অথবা প্রকৃত চক্রবালের সমান্তরাল ভূমি পৃষ্ঠোপরি কোন অনাবৃত অর্থাৎ বৃক্ষাদি কোন পদার্থ শূন্য স্থানে একটি ক্ষুদ্র সরল তার ঠিক লম্বভাবে প্রোথিত কর। পূর্ব্বাহ্নে কোন সময়ে তারের ছায়া কত দূর পড়ে দেখিয়া সেই ছায়া প্রমাণ ব্যাসার্দ্ধ এবং ঐ তারের মূলকে কেন্দ্র করিয়া একটী বৃত্ত টানিয়া রাখ। পরে অপরাহ্নে আবার কোন সময়ে ঐ তারের ছায়া ঐ বৃত্তপরিধিকে স্পর্শ করে অর্থাৎ পূর্ব্বাহ্নের ছায়ার সহিত ঠিক সমান হয় তাহা বিশেষ করিয়া দেখ। অনন্তর পূর্ব্বোক্ত বৃত্তে দুই ছায়া ব্যাসার্দ্ধ হইয়া যে একটী বৃত্তাংশ হইল, সেই বৃত্তাংশের পরিধিকে দ্বিখণ্ড কর, পরে তারের মূলদেশ হইতে ঐ ছেদ স্থানে যে সরল রেখা টানিবে তাহাই মাধ্যাহ্নিকরেখা অর্থাৎ উত্তর

উত্তর দক্ষিণদিক নির্ণয় হয়*। ঐ মাধ্যাহ্নিকরেখার উপর দিয়া একটী দোলপিণ্ডকে দোলায়মান করিয়া দিলে কোন নির্দ্দিষ্ট কাল মধ্যে যত অংশ পরিমিত কোণ হইতে পারে তাহা নিশ্চয় করা আবশ্যক। সেই কোণের যে পরিমাণ অক্ষাংশেরও সেই পরিমাণ।

নিয়মান্তর। কোন স্থানে সূর্য্যের উন্নতি পরিমাণ মধ্যাহ্ন সময়ে নির্ণয় করিয়া সেই স্থানের অক্ষ নির্ণয় করা যাইতে পারে। এই চিত্রক্ষেত্রে বোধ কর (স) সূর্য্য দুই প্রহরের সময়ে (জ গ প ক) মাধ্যাহ্নিক রেখা পার হইতেছে, এবং প ফ নিরক্ষবৃত্তের উত্তরে অবস্থিত আছে। এক্ষণে সূর্য্যের মাধ্যাহ্নিক উন্নতি স চ ক নিরূপণ কর, অনন্তর সূর্য্যের ক্রান্তি স চ প যাহা নাবিক পঞ্জিকাতে লিখিত

* উত্তর দক্ষিণদিক নির্ণয় করিবার আর একটী উপায় এই —অয়স্কান্ত বা চুম্বক শলাকার এক প্রকার অসাধারণ গুণ আছে যে, তাহার অগ্রভাগ নিয়তই উত্তরাভিমুখে থাকে। চুম্বকের এই অসাধারণ গুণ থাকাতে দিগদর্শন নামে এক যন্ত্র প্রস্তুত হইয়াছে, মনুষ্যেরা তদ্দ্বারা অনায়াসে সর্ব্বস্থানেই দিক্ নিরূপণ করিতে পারে। ঐ দিগদর্শন যন্ত্রে একটী চুম্বকের সূচী এপ্রকার কৌশলে স্থাপিত করিতে হয়, যে তাহা সকলদিকেই ফিরিতে পারে। সেই সূচীর একদিক নিয়ত উত্তরাভিমুখে থাকে, অতএব তদ্দ্বারা অনায়াসে উত্তরদিক নির্ণয় করা যায়। একদিক নিরূপিত হইলে, সুতরাং অন্যান্য দিকও নিরূপিত হয়।

আছে উক্ত স চ ক কোণ হইতে অন্তর কর, তাহা হইলে অবশিষ্ট প চ ক কোণ মেরুর শিরোবিন্দু অন্তর জ চ গ কোণের সহিত সমান হইবে, কারণ প চ জ এবং গ চ ক উভয়েই ৯০° পরিমিত; সুতরাং ঐ প চ ক কোণের যে পরিমাণ অক্ষের সেই পরিমাণ।

যদি সূর্য্য নিরক্ষবৃত্তের দক্ষিণে অবস্থান করে তাহা হইলে সূর্য্যের উন্নতি পরিমাণের সহিত তাহার ক্রান্তি যোগ করিলে অক্ষপরিমাণের সহিত সমান হয়। এতদ্দ্বারা নিম্ন লিখিত সাধারণ নিয়মটী প্রাপ্ত হওয়া যায়। যথা,

উন্নতি পরিমাণ ± ক্রান্তি = অক্ষপরিমাণ

২২এ সেপটেম্বর হইতে ২০এ মার্চ্চের মধ্যে অক্ষ নির্ণয় করিতে হইলে উন্নতি পরিমাণে ক্রান্তির সহিত যোগ করিতে হইবে; এবং ২০এ মার্চ্চ হইতে ২২এ সেপটেম্বরের মধ্যে অক্ষনির্ণয় করিতে হইলে উন্নতি পরিমাণ হইতে ক্রান্তি বিয়োগ করিতে হইবে।

নিয়মান্তর। ৯০° হইতে সূর্য্যের উন্নতি পরিমাণ অন্তর করিলে যাহা অবশিষ্ট থাকিবে তাহাই শিরোবিন্দু অন্তর। উন্নতি নির্ণয়কালে যদি সূর্য্য দক্ষিণে থাকে তবে শিরোবিন্দু অন্তরকে উত্তরে, আর যদি সূর্য্য উত্তরে থাকে তবে শিরো- বিন্দু অন্তরকে দক্ষিণে অনুভব করিতে হইবে; পরে যে দিবস অক্ষনির্ণয় করা যায় সেই দিবসে সূর্য্যের ক্রান্তি কত তাহা নাবিক পঞ্জিকাতে দেখিয়া লইতে হইবে। যদি শি- রোবিন্দু অন্তর ও ক্রান্তি উভয়ই উত্তরে বা উভয়ই দক্ষিণে থাকে তবে তাহাদিগের সমষ্টি অক্ষপরিমাণ হইবে, এবং তাহারা উত্তরে থাকিলে উত্তর অক্ষ; দক্ষিণে থাকিলে দক্ষিণ অক্ষ হইবে। আর যদি একটী উত্তর ও অপরটী দক্ষিণ হয়

তবে তাহাদিগের অন্তরই অক্ষ পরিমাণ হইবে এবং তাহা-দিগের মধ্যে যেটী বৃহত্তর সেইটী উত্তরে থাকিলে উত্তর অক্ষ এবং দক্ষিণে থাকিলে দক্ষিণ অক্ষ বলিতে হইবে।

দুইটী নির্দ্দিষ্ট স্থানের সময়ান্তর নির্ণয় করণের নিয়ম।

সময়ান্তর নির্ণয় করিবার অনেকগুলি উপায় আছে। প্রথমতঃ ভিন্ন ভিন্ন স্থানের সময়জ্ঞাপক ভিন্ন ভিন্ন ঘটিকা যন্ত্র আছে, সেই সকল ঘটিকা যন্ত্র যদি ঠিক চলে* তবে তাহাদিগের দ্বারা সময়ান্তর জানা যাইতে পারে। যে স্থানের সময় জ্ঞাপক ঘটিকাযন্ত্রে অধিক বেলা হয় সেইস্থানই অপেক্ষাকৃত পূর্ব্বদিগ্‌বর্ত্তী। যদি কোন স্থানে সময়জ্ঞাপক ঘটিকা যন্ত্র না থাকে তাহা হইলে অপর কোন স্থানের সময় জ্ঞাপক ঘটিকাযন্ত্র সেই স্থানে আনিতে হয়, অনন্তর তথাকার সময় সূর্য্য বা নক্ষত্রপর্য্যবেক্ষণদ্বারা নির্ণয় করিয়া সেই

---

* সম্পূর্ণরূপ ঠিক চলে এরূপ ঘটিকা যন্ত্র অদ্যাবধি নির্ম্মিত হয় নাই। যত প্রকার ঘটিকা যন্ত্র আছে তন্মধ্যে সূক্ষ্ম-কালমান যন্ত্রই (ক্রনোমিটার) এবিষয়ে সর্ব্বোত্তম।

সময়ের ও আনীত সময়জ্ঞাপক ঘটিকাযন্ত্রের সময়ের যে অন্তর তাহা উভয় স্থানের সময়ান্তর। যে স্থানের সময় নির্ণয় করিতে হইবে সেই স্থানটী যদি যে স্থানের সময় নির্দ্দিষ্ট আছে তাহার পূর্ব্বদিকে হয় তবে সেখানে অধিক বেলা হইবে; আর যদি পশ্চিমদিকে হয় তবে অল্প বেলা হইবে। দ্বিতীয়তঃ। যেসকল নৈসর্গিক ব্যাপার এককালে বহুদূর পর্য্যন্ত দৃষ্ট বা অনুভূত হয় তদ্দ্বারা সময়ান্তর নির্ণয় হইতে পারে; যথা, গ্রহণ, নক্ষত্রপাত, ভূমিকম্প, ইত্যাদি। সূর্য্য চন্দ্র বা অপর পারিপার্শ্বিকগণের গ্রহণ কোন্ সময়ে দৃষ্ট হয় তাহা গ্রিন্‌উইচ নগরে নাবিক পঞ্জিকাতে লিখিত থাকে। অন্য কোন স্থানে থাকিয়া উক্ত গ্রহণাদি যে সময়ে দৃষ্ট হয় সেই সময় অবধারিত হইলে, সেই সময়ের সহিত পঞ্জিকালিখিত সময়ের যে অন্তর তাহাই দুই স্থানের সময়ান্তর হইবে। তৃতীয়তঃ গ্রীন্‌উইচ নগরে প্রতিদিন প্রতিহোরায় বিশেষ বিশেষ নক্ষত্র হইতে চন্দ্রের যে দূরত্বপরিমাণ দৃষ্ট হয় তাহা নাবিক পঞ্জিকাতে লিখিত থাকে। অন্য স্থানে থাকিয়া উক্ত নক্ষত্রগণের উক্ত দূরত্ব পরিমাণ যে সময়ে দৃষ্ট হয় সেই সময়ের সহিত নাবিক পঞ্জিকার লিখিত সময়ের যে অন্তর তাহাই গ্রিন্‌উইচ ও শেষোক্ত স্থানের সময়ান্তর। যদি নির্দ্দিষ্ট স্থানের বেলা অপেক্ষা নির্ণেয় স্থানে বেলা অধিক হয়; তবে দ্রাঘিমান্তর যত অংশ পরিমিত হইবে নির্ণেয় স্থান নির্দ্দিষ্ট স্থানের তত অংশ পশ্চিমে থাকিবে; আর যদি বেলা অধিক হয় তবে নির্ণেয় স্থান নির্দ্দিষ্ট স্থানের তত অংশ পূর্ব্ব দিকে থাকিবে।

দ্রাঘিমা নির্ণয় করণের নিয়ম।

দুই স্থানের কালমানে যদি চারি মিনিট ভেদ হ তাহা হইলে ঐ উভয় স্থানের দ্রাঘিমার এক অংশ ভে হইবে। পূর্ব্বোক্ত নিয়মানুসারে দুই স্থানের সময়ান্ত নির্ণয় করিয়া চারি মিনিটে এক অংশ ধরিলে দ্রাঘিম ন্তর নির্ণয় হইতে পারে। যথা, দুই স্থানের সময়ান্ত ২ হোরা ৩০ মিনিট হইলে তাহাদিগের দ্রাঘিমান্তর ৩৭° ৩ হয়, অর্থাৎ এক স্থান অপর স্থান অপেক্ষা ৩৭° ৩০′ দ্র ঘিমান্তর। এই বিষয় স্পষ্ট বোধের নিমিত্ত একটী উদাহর প্রদর্শিত হইতেছে। ফিলাডেলফিয়া নগরে থাকিয়া য অপরাহ্ন ছয়টার সময়ে চন্দ্র গ্রহণারম্ভ দৃষ্ট হয়, এবং অ কোন স্থান হইতে উক্ত গ্রহণারম্ভ যদি সাড়ে ছয়টার সম দৃষ্ট হয়, তাহা হইলে শেষোক্ত স্থানটী পূর্ব্বোক্ত স্থান হ তে অর্দ্ধহোরা অর্থাৎ সাড়ে সাত অংশ পূর্ব্বদিগ্বর্ত্তী। যে দুই স্থানের সময়ান্তর জানা থাকিলে দ্রাঘিমান্তর সহজে নির্ণীত হয়, সেইরূপ দুই স্থানের দ্রাঘিমান্তর জানা থাকিলে সময়ান্তর নিরূপিত হইতে পারে; কারণ প্রত্যেক দ্রা মাংশে চারি মিনিট সময় ধরিয়া যত হইবে তাহাই ঐ স্থানের সময়ান্তর।

জোয়ার ভাটা।

যথানিয়মে প্রতিদিন সমুদ্রের জলের যে হ্রাস বৃ হয় তাহাকে জোয়ার ভাটা বলে; অর্থাৎ সমুদ্রের জল সহসা স্ফীত হইয়া উঠে তাহাকে জোয়ার (সংস্কৃত ভাস বেলা) কহে; আর ঐ জল পুনরায় যে ক্রমে ২ অল্প হই

থাকে তাহাকে ভাটা কহে। সূর্য্য ও চন্দ্রের আকর্ষণে* এই অদ্ভুত ঘটনা হয়।

জ্যোতির্ব্বিদ্ পণ্ডিতেরা নির্দ্ধারিত করিয়াছেন, চন্দ্র পৃথিবীর আকর্ষণে আকৃষ্ট থাকিয়া স্বীয় পথে পরিভ্রমণ করে। পৃথিবী যেমন চন্দ্রকে আকর্ষণ করে, চন্দ্রও সেই রূপ পৃথিবীকে আকর্ষণ করিয়া থাকে; এই নিমিত্ত পৃথিবীর যে ভাগ যখন চন্দ্রের ঠিক নীচে আইসে তখন সেই ভাগের জলরাশি স্ফীত হইয়া উঠে ও তথায় জোয়ার হয়। পৃথিবীর জলভাগ যেমন চন্দ্রাকর্ষণের অধীন. স্থলভাগ ও সেইরূপ উহার বাধ্য, তবে জল তরল পদার্থ এই

---

* চন্দ্র সূর্য্য ভিন্ন বায়ুর সহিত ও জোয়ার ভাটার সম্বন্ধ আছে। লণ্ডন, লিবরপুল এবং ব্রেষ্ট প্রভৃতি স্থানে বারম্বার পরীক্ষার দ্বারা স্থির হইয়াছে, যে যখন কোন স্থলে বায়ু তরল হয়, তৎকালে তথায় জোয়ারের কিঞ্চিৎ প্রাদুর্ভাব হইয়া থাকে এবং তত্রস্থ নদীর জল বৃদ্ধি হইয়া থাকে। আর বায়ু যত সঙ্কুচিত ও ভারী হইতে থাকে, ততই জোয়ারের হ্রাস হয়।

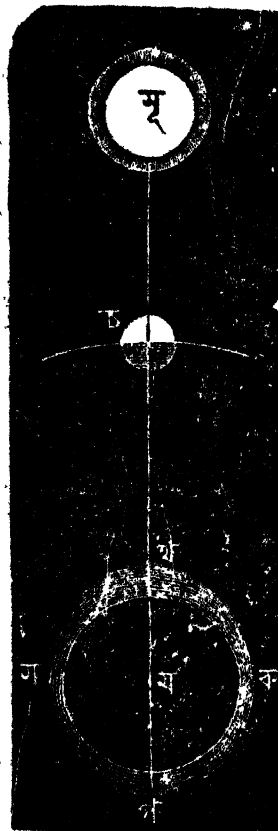
চন্দ্রই যে জোয়ার ভাটার প্রধান কারণ এ বিষয় আমাদের দেশীয় পূর্ব্বকালের লোকদিগেরও অবিদিত ছিল না। তাহার প্রমাণ এই যে, অস্মদ্দেশীয় পূর্ব্বতন লোকেরা বলেন, চন্দ্র সমুদ্রের পুত্র তজ্জন্য চন্দ্রকে দেখিলেই সমুদ্র আনন্দে উচ্ছ্বসিত হইয়া উঠে। যদিও তাঁহারা চন্দ্রকে সমুদ্রের পুত্র বলিয়া কল্পনা করেন কিন্তু চন্দ্র দ্বারা যে সমুদ্রের জল স্ফীত হয়; এবিষয় তাঁহারা যে অবগত ছিলেন, তাহাতে আর সন্দেহ নাই।

নিমিত্ত উহা সহজে চালিত ও স্ফীত হইয়া উঠে ও ঐ ব্যাপার সকলের দৃষ্টিগোচর হয়; স্থল কঠিন বলিয়া তাহার স্ফীত হওন বা সঙ্কোচন সহজে হয় না ও তাহা ইন্দ্রিয়গোচরও হয় না। পৃথিবীর যে অংশ যখন চন্দ্রের নিম্নে থাকে, তখন সেই অংশে জোয়ার হইবার সম্ভাবনা; কিন্তু দিবা রাত্রি মধ্যে কোন স্থান একবারের অধিক চন্দ্রের ঠিক নিম্নস্থ হয় না, তবে যে ঐ কাল মধ্যে একস্থানে দুইবার জলোচ্ছ্বাস হয় তাহার কারণ নিম্নে ব্যক্ত করা যাইতেছে।

পৃথিবীর যে স্থান যখন চন্দ্রের ঠিক নিম্নভাগে অবস্থিত হয়, তখন সেই স্থান অন্যান্য অংশ অপেক্ষা তাহার নিকটবর্ত্তী হয়, এ নিমিত্ত সেই স্থানের জল চন্দ্র কর্ত্তৃক অধিক আকৃষ্ট হওয়াতে চন্দ্রাভিমুখে স্ফীত হইয়া উঠে। যে স্থানের জল এইরূপ স্ফীত হয় তাহার পাদ বিপক্ষ স্থান* চন্দ্র হইতে অধিক দূরবর্ত্তী হওয়াতে, তথায় চন্দ্রের আকর্ষণ অল্প হইয়া যায়; কারণ যে বস্তু আকর্ষক পদার্থের নিকটে থাকে তাহাই অধিক তেজে আকৃষ্ট হয়; আর নিকট হইতে যত দূরে গমন করে আকর্ষণ প্রভাব ও সেই দূরত্বের বর্গানুসারে হ্রাস হইতে থাকে; সুতরাং ঐ স্থানের জল নত হইয়া পড়ে। অপর স্ফীত অর্থাৎ উন্নত ও নত স্থানদ্বয় পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে অনেক দূরে অপসৃত হইয়া পড়ে, সুতরাং তদুভয়ের উপর পৃথিবীর কেন্দ্রাভিকর্ষণী বা মাধ্যাকর্ষণশক্তির ক্রমের খর্ব্বতা হয়; এই জন্য তত্তৎ স্থানের জলরাশির তরলতা স্বাভাবিক তরলতা অপেক্ষা অধিক হয়। এইরূপে মাধ্যা-

* পৃথিবীর কোন ব্যাসের দুই প্রান্তস্থিত স্থানদ্বয়কে পরস্পর পাদ বিপক্ষ স্থান কহে। আর ঐ ব্যাসের দুই প্রান্তে যাহারা বাস করে তাহাদিগকে পরস্পর পাদ বিপক্ষ বাসী কহে।

কর্ষণের বিরল প্রভাব হেতু দুইদিকের জল তরল হয়, আর একদিকে চন্দ্রের অব্যবহিত আকর্ষণে উক্ত জল স্ফীত হইয়া উঠে, অপরদিকে কেন্দ্রাপসারণী শক্তির প্রাদুর্ভাব নিবন্ধন উহা নত হইয়া যায় ; কাযেকাযেই উভয়ত্র যুগপৎ জলোচ্ছ্বাস অর্থাৎ জোয়ার হয়। যে স্থানে জোয়ার হয় অর্থাৎ যে স্থানের জল স্ফীত হয় তাহার পার্শ্বস্থ জলরাশি কাযেকাযেই সঙ্কুচিত হয়, এইসঙ্কোচনের নাম ভাটা।

২৫ শ চিত্রক্ষেত্র

এই ক্ষেত্রে চ চন্দ্র, খ স গ ক পৃথিবী, স সুমেরু অর্থাৎ উত্তর প্রান্ত, ক কুমেরু অর্থাৎ দক্ষিণ প্রান্ত, ম

পৃথিবীর কেন্দ্র অর্থাৎ মধ্যস্থল। পৃথিবীর খ চিহ্নিত স্থান চন্দ্রের ঠিক নিম্নভাগে অবস্থিত এবং অন্যান্য অংশ অপেক্ষা তাহার নিকটবর্ত্তী, এনিমিত্ত সেই স্থানের জল চন্দ্র কর্ত্তৃক অধিক আকৃষ্ট হওয়াতে স্ফীত হইয়া উঠিয়াছে, এবং তাহার পার্শ্ববর্ত্তী স এবং ক চিহ্নিত স্থানের জল সঙ্কুচিত হইয়া পড়িয়াছে, অর্থাৎ খ স্থানে জোয়ার এবং স ও ক স্থানে ভাটার উৎপত্তি হইয়াছে। গ চিহ্নিত স্থান সর্ব্বাপেক্ষা দূরবর্ত্তী এনিমিত্ত তথায় চন্দ্রের আকর্ষণ সর্ব্বাপেক্ষা অল্প, কারণ পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে আকৃষ্ট বস্তু যত দূরে গমন করে আকর্ষণ প্রভাব সেই দূরত্বের বর্গানুসারে হ্রাস হইতে থাকে। অতএব ঐ গ চিহ্নিত জলীয় ভাগ ব্যতিরেকে অবশিষ্ট সমুদায় ভাগ চন্দ্র কর্ত্তৃক অধিক আকৃষ্ট হওয়াতে, তাহা চন্দ্রেরদিকে কিছু দূর উত্থিত হয়, এনিমিত্ত ঐ সর্ব্বাপেক্ষা অধঃস্থিত গ চিহ্নিত ভাগ পশ্চাৎ পড়িয়া থাকে। এদিকে ঐ গ চিহ্নিত স্থানে কেন্দ্রাপসারণী শক্তির প্রাদুর্ভাব হয়; সুতরাং সেই অংশ স্ফীত হইয়া উঠে, গ চিহ্নিত স্থান স্ফীত হইয়া উঠিলে তাহার পার্শ্বদেশের জল ভাগ তথায় সরিয়া পড়ে। এই নিমিত্ত খ ও গ চিহ্নিত স্থানে এক সময়ে জোয়ার হইয়া থাকে।

ভূমণ্ডলস্থ সমস্ত বস্তু ভূমণ্ডলের কেন্দ্রাভিমুখে অর্থাৎ মধ্যদিকে আকৃষ্ট হয়, এবং যে বস্তু পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে যত দূর অবস্থিত তাহাতে পৃথিবীর আকর্ষণ তত অল্প। যখন পৃথিবীর ম চিহ্নিত কেন্দ্র অর্থাৎ মধ্যভাগ চন্দ্র কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইয়া চন্দ্রের দিকে উত্থিত হয়, তখন গ চিহ্নিত স্থান ঐ কেন্দ্র হইতে অধিক দূরে পতিত হওয়াতে, তথায় পৃথিবীর আকর্ষণ অল্প হইয়া যায়,

কাযেকাযেই তত্রত্য জল প্রকৃত আকর্ষণ বিরহে উথলিয়া উঠে।

এইরূপে সমুদ্রের যে অংশে যখন জোয়ারের উৎপত্তি হয়, তাহার বিপরীত ভাগেও সেই সময়েই জোয়ার হইয়া থাকে। যখন চন্দ্রমণ্ডল আমাদের মস্তকোপরি অবস্থিত থাকে, তখন ভূমণ্ডলের যে ভাগে আমাদের অবস্থান, সেই ভাগে এবং তাহার বিপরীত ভাগে এককালে জোয়ার হয়। সেইরূপ, যখন চন্দ্র আমাদের বিপরীতদিকে থাকে, তখনও সেইদিকে ও আমাদের দিকে এককালেই জোয়ারের উৎপত্তি হয়। এইরূপে প্রতিদিন একএক স্থানে দুইবার করিয়া সমুদ্রের জল উচ্ছ্বসিত হইয়া থাকে।

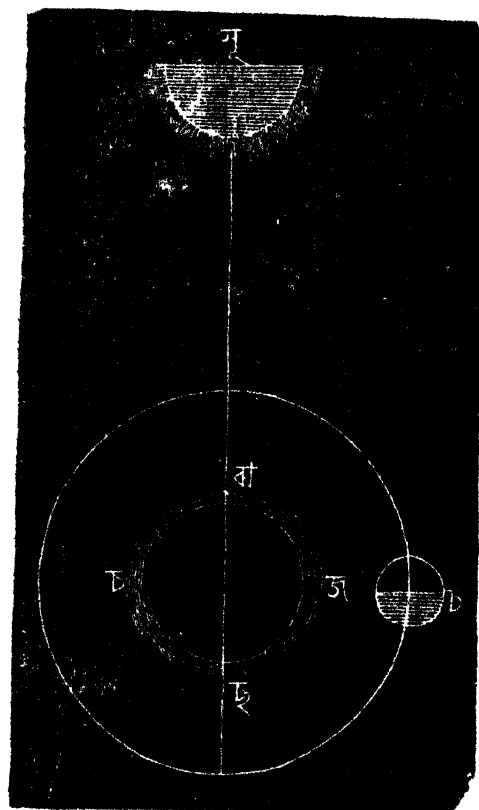
পৃথিবীর দুইদিকে এককালে জোয়ার হওয়াতে আপাততঃ বোধ হয়, ভূমণ্ডল চন্দ্রমণ্ডল কর্তৃক এইরূপ আকৃষ্ট হওয়াতে, গোলাকার না থাকিয়া ডিম্বের ন্যায় আকার ধারণ করে। বাস্তবিক, চন্দ্র যদি ভূমণ্ডলের এক ভাগের উপরেই নিয়ত অবস্থিত থাকিত, তাহা হইলে ঐরূপ আকারই উৎপন্ন হইত, তাহার সন্দেহ নাই। কিন্তু চন্দ্রও ক্রমাগত চলিতেছে, পৃথিবীও নিয়ত ঘূর্ণিত হইতেছে। এ নিমিত্ত, পৃথিবীর এক স্থানের জল উত্থিত হইতে না হইতে, চন্দ্র মণ্ডল তথা হইতে অপসৃত হইয়া অন্য স্থানের উপর উদিত হয়। এই কারণ সেই জল সম্পূর্ণরূপ স্ফীত হইয়া নিয়ত সেই ভাবে থাকিতে পারে না। অতএব জোয়ারের সময় পৃথিবীর ডিম্বেরন্যায় আকৃতি উৎপন্ন না হইয়া সমুদ্র মধ্যে এক অতি বিস্তৃত তরঙ্গ মাত্র উৎপন্ন হইয়া থাকে।

অপর চন্দ্র যে প্রকারে জল আকর্ষণ করে সূর্য্য ও সেই প্রকারে জল আকর্ষণ করিয়া থাকে, এবং কোন বাধা না

থাকিলে তৎকর্ত্তৃক এক পৃথক জোয়ার হইবার সম্ভাবনা ছিল। কিন্তু সূর্য্যাপেক্ষা চন্দ্র পৃথিবীর অনেক নিকটবর্ত্তী হওয়াতে তাহার আকর্ষণশক্তি অধিক, এবং সেই শক্তিদ্বারা সৌর জোয়ার নিরাকৃত হয়। পরীক্ষাদ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে পৃথিবীর জলের উপর সৌরাকর্ষণের অপেক্ষা চান্দ্রাকর্ষণ অধিক, সুতরাং চন্দ্র ও সূর্য্য উভয়ে জল আকর্ষণ করিলে চান্দ্রাকর্ষণ সৌরাকর্ষণের পরিহার করিবে, এবং উভয়ে সমসূত্রে থাকিয়া আকর্ষণ করিলে শক্তির আধিক্য হইবে ; ফলতঃ তাহাই ঘটিয়া থাকে। অমাবস্যা, সময় চন্দ্র ও সূর্য্য সমসূত্রে থাকে, অর্থাৎ তৎকালে চন্দ্রমণ্ডল সূর্য্য-মণ্ডলের অধোভাগে অবস্থিতি করে ; অতএব উভয়ে মিলিত হইয়া জল আকর্ষণ করে এজন্য অন্য দিনের অপেক্ষা ঐ দিনে জোয়ার অত্যন্ত প্রবল হয়। ইহা পঞ্চ-বিংশতি চিত্রক্ষেত্র দেখিলে বিশেষরূপে হৃদয়ঙ্গম হইবে। পূর্ণিমার সময়ে সূর্য্য ও চন্দ্র পরস্পর নভোমণ্ডলের বিপরীত ভাগে উদয় হয়। চন্দ্র যখন পূর্ব্বভাগে সূর্য্য পশ্চিমভাগে অবস্থিতি করে, এবং চন্দ্র যখন পশ্চিমদিকে, সূর্য্য তখন পূর্ব্বদিকে উদয় হয়। পূর্ব্বে প্রতিপাদিত হইয়াছে, চন্দ্র-মণ্ডল ভূমণ্ডলের যে ভাগের উপর যখন অবস্থিতি করে, তখন সেইভাগে ও তাহার বিপরীত ভাগে জোয়ারের উৎ-পত্তি হয়, সেইরূপ আবার সূর্য্যও যে ভাগের উপর উদিত হয়, সেইভাগের ও তাহার বিপরীত ভাগের জলও সূর্য্যদ্বারা এক সময়েই কথঞ্চিৎ উচ্ছ্বসিত হয়। অতএব, যখন চন্দ্র সূর্য্য পরস্পর বিপরীতদিকে থাকে, তখনও উভয়ের আক-র্ষণ উভয়দিকের জোয়ার প্রবল করিয়া তোলে, এই নিমিত্ত অমাবস্যার ন্যায় পূর্ণিমার সময়েও জোয়া-

রের সমধিক প্রাদুর্ভাব হইয়া থাকে। এই প্রবল জোয়ারের নাম কটাল।

সপ্তমী অষ্টমী তিথিতে চন্দ্রসূর্য্য অমাবস্যার ন্যায় পরস্পর উপর্য্যুপরি ভাবে, অথবা পূর্ণিমার ন্যায় পরস্পর বিপরীতদিকে অবস্থিতি করেনা এনিমিত্ত সে সময়ে জোয়ারের প্রাদুর্ভাব থাকে না। তখন সূর্য্যমণ্ডলের আকর্ষণশক্তি জোয়ারের

২৬শ চিত্রক্ষেত্র

অনুকূল না হইয়া প্রতিকূল হইয়া উঠে। এই চিত্রক্ষেত্রে চ ছ জ ঝ পৃথিবী, চ চন্দ্র, সু সূর্য্য। সূর্য্য যে দিকে ঝ চিহ্নিত স্থানের জল আকর্ষণ করিতেছে, চন্দ্র সেই জল অন্য দিকে আকর্ষণ করিয়া জ চিহ্নিত স্থানে তুলিতেছে; অর্থাৎ চন্দ্র

এক পার্শ্বহইতে এক দিকে অধিক পরিমাণে ও সূর্য্য অপর পার্শ্ব হইতে অন্য দিকে অল্প পরিমাণে জল আকর্ষণ করিতেছে। ইহাতে চান্দ্রাকর্ষণ ও সৌরাকর্ষণ পরস্পর পরস্পরের প্রতিকূল হইয়া উঠিতেছে। সূর্য্য অন্য দিক্ হইতে আকর্ষণ না করিলে চন্দ্র কর্ত্তৃক জল আরও উচ্ছ্বসিত হইত। কিন্তু তাহা না হওয়াতে জ চিহ্নিত স্থানে জোয়ারের প্রাদুর্ভাব হয় না। অপিচ সূর্য্য ঝ চিহ্নিত স্থানের জল আকর্ষণ করাতে, তথায় ভাটারও আধিক্য হইতে পারে না।

চন্দ্র সূর্য্য সকল সময়ে পৃথিবী হইতে সমান দূরে অবস্থিত থাকে না, কখন কিছু নিকট কখন কিঞ্চিৎ দূরে গমন করে। যখন নিকটবর্ত্তী হয় তখন সমুদ্রের জল অধিক পরিমাণে আকর্ষণ করে, এবং যখন দূরবর্ত্তী হয়, তখন উহা অল্প পরিমাণে আকর্ষণ করিয়া থাকে। ইহাতেও জোয়ার ভাটার অনেক ইতর বিশেষ হয়, তাহার সন্দেহ নাই। যে সময়ে চন্দ্রমণ্ডল ভূমণ্ডলের সমধিক সমীপবর্ত্তী হয় সে সময়ে অমাবস্যা বা পৌর্ণমাসী সংঘটন হইলে জোয়ারের অত্যন্ত প্রাদুর্ভাব হইয়া থাকে। ইহাকেই তেজকটাল কহে। অপরাপর অমাবস্যা ও পৌর্ণমাসীর সময়ে জোয়ারের তাদৃশ তেজ থাকে না, এনিমিত্ত তাহাকে মরাকটাল কহে।

চন্দ্রের এক উদয় হইতে অপর উদয় পর্য্যন্ত ২৪ হোরা ৪৮ মিনিট কাল লাগে। এবং ঐ কাল মধ্যে পূর্ব্বোক্ত প্রকারে দুইবার জোয়ার হইয়া থাকে, সুতরাং ঐ জোয়ার প্রত্যহ নিরূপিত এক সময়ে হইবার সম্ভাবনা নাই। প্রাতঃকালে দশটার সময়ে জোয়ার হইলে অপরাহ্ণে ১০টা ২৪ মিনিটে জোয়ারের আরম্ভ হয়, আর প্রত্যহ জোয়ার ৪৮ মিনিট করিয়া অগ্রসর হয়, অর্থাৎ একাদশীর দিন ৬টা

৫৬ মিনিটের সময় জোয়ার হইলে দ্বাদশীর দিন ৭ টা ৪৪ মিনিটের সময় হইবে। জোয়ারের আরম্ভ অবধি ভাটার সমাপ্তি পর্য্যন্ত ১২ হোরা ২৪ মিনিট হয়, এই কালকে দ্বিগুণ করিলে এক তিথি হয়। জোয়ার আরম্ভ হইলে প্রায় ছয় হোরা পর্য্যন্ত দক্ষিণ হইতে উত্তরাভিমুখে বেগবান হয়, তৎপরে প্রায় ১২ মিনিট পর্য্যন্ত স্থগিত থাকে। তদনন্তর ভাটা হয়; ভাটা আরম্ভ হইলে সেই বেগ পুনর্ব্বার দক্ষিণাভিমুখে ছয় হোরা পর্য্যন্ত অপসরণ করিয়া বার মিনিট কাল স্থির হইয়া থাকে তৎপরে পূর্ব্বপ্রণালীতে পুনর্ব্বার জোয়ার ও পুনর্ব্বার ভাটা হয়।

পূর্ণিমা ও অমাবস্যার দুই এক দিন পরে জোয়ারের অত্যন্ত বৃদ্ধি হয় আর চান্দ্রমাসের দ্বিতীয় ও চতুর্থপাদের প্রথম দুই তিন দিন, উহা অত্যন্ত খর্ব্ব হইয়া থাকে। কারণ অমাবস্যা ও পৌর্ণমাসীর সময়ে চন্দ্র সূর্য্য মিলিত হইয়া অধিক পরিমাণে জল আকর্ষণ করাতে জলের গতির বেগ অত্যন্ত প্রবল হইয়া উঠে। অমাবস্যা ও পৌর্ণমাসীর পরে চন্দ্র ও সূর্য্য মিলিত হইয়া জল আকর্ষণ না করাতে আকর্ষণ প্রভাব হ্রাস হইয়া যায়, কিন্তু জলের গতির বেগ দুই এক দিন অতীত না হইলে হ্রাস হয় না; কারণ জড় পদার্থ একবার কোন শক্তি প্রভাবে চালিত হইলে তাহার গতি শীঘ্র স্থির হইতে পারে না। সুতরাং পূর্ণিমা ও অমাবস্যার দুই এক দিন পরেও জোয়ার প্রবল হইয়া থাকে। এই রূপ চান্দ্রমাসের দ্বিতীয়ওচতুর্থ পাদের দুই তিনদিন জোয়ার অত্যন্ত খর্ব্ব হইয়া থাকে; কারণ চান্দ্রমাসের দ্বিতীয় ও চতুর্থ পাদের দিন চন্দ্র এক পার্শ্বে একদিকে ও সূর্য্য অপর পার্শ্বে অন্য দিকে জল আকর্ষণ করাতে উভয়ের আকর্ষণ

পরস্পরের প্রতিকূল হইয়া উঠে বলিয়া জলের গতির বেগ অত্যন্ত অল্প হইয়া যায়, এবং ঐ মন্দ বেগ দুই এক দিন অতীত না হইলে পুনশ্চ প্রবল হয় না। সুতরাং চান্দ্রমাসের দ্বিতীয় ও চতুর্থ পাদের দুই এক দিন জোয়ার অত্যন্ত খর্ব্ব হইয়া থাকে। যদি এমন কখন ঘটনা হয় যে চন্দ্র সূর্য্যের আকর্ষণ এককালে তিরোহিত হইয়া যায়, তাহা হইলেও কিছু দিন পর্য্যন্ত সমুদ্রে জোয়ার ও ভাটা হইবে; কারণ জড় পদার্থ একবার সঞ্চালিত হইলে উহা হঠাৎ স্থির হইতে পারে না। জল জড় পদার্থ সুতরাং ইহাও চন্দ্র সূর্য্য কর্ত্তৃক আকৃষ্টহইয়া চলিতে আরম্ভ করিলে তাহাদের আকর্ষণপ্রভাব না থাকিলেও উহার গতি হঠাৎ স্থির হইতে পারে না।

চন্দ্র যখন আমাদের মস্তকোপরি উপস্থিত হয়, প্রায় সেই সময়ে জোয়ার হয়; এবং সেই কালে আমাদের বিপরীত ভাগেও জোয়ার হইয়া থাকে। এবং যত বার চন্দ্র পূর্ব্বদিকে উদয় হয় অথবা পশ্চিমদিকে অস্ত যায়, ততবার আমাদের দেশাদিতে এবং তদ্বিপরীত ভূভাগে ভাটা হইয়া থাকে। চন্দ্র ঠিক মাধ্যাহ্নিক রেখায় উপস্থিত হইলেই যে তন্নিম্নস্থ ভূভাগে তৎক্ষণাৎ জোয়ার হয় এমন নহে, তাহার এক হোরা পশ্চাৎ উক্ত ঘটনা হইয়া থাকে।

বৎসরের মধ্যে মার্চ্চ ও সেপটেম্বর মাসের শেষভাগে কটালের প্রাদুর্ভাব হইয়া থাকে।

সকল অমাবস্যা কি পৌর্ণমাসীতে কটালজোয়ারের জল সমান উচ্চ হয় না।

প্রাতঃকালের জোয়ারের উচ্চতার সহিত অপরাহ্ণের জোয়ারের অনেক বৈলক্ষণ্য হয়।

শীতকালে প্রাতঃকালীন জোয়ার প্রবল হয়।

গ্রীষ্মকালে সন্ধ্যাকালীন জোয়ার প্রবল হয়।

নিরক্ষবৃত্তের দক্ষিণাংশে জল অধিক ও স্থল অতিঅল্প থাকাতে, চান্দ্রাকর্ষণে সেইজলই প্রথম উচ্ছসিত হইয়া থাকে, এইপ্রযুক্ত জোয়ার দক্ষিণ হইতে উত্তরাভিমুখে অগ্রগামী হয়, ও পথিমধ্যে দ্বীপাদির বাধা পাইলে অত্যন্ত উচ্চ হইয়া তদুপরি নিপতিত হয়। প্রশান্ত মহাসাগরের দক্ষিণভাগে অষ্ট্রেলিয়া প্রভৃতি অনেক গুলি দ্বীপ ও সাগরগর্ভস্থ গিরি আছে; কুমেরু সমুদ্র হইতে জোয়ার আসিয়া তদুপরিই নিপতিত হইয়া তাহার বেগাবসান হয়। অনন্তর অতি মন্দ বেগে প্রবাহিত হইতে থাকে। এই প্রযুক্ত জোয়ারের সময়ে প্রশান্তমহাসাগরের জল দুই হাতের অধিক উচ্চ হয় না, এবং ঐ কারণ বশতই উল্লিখিত সাগরের নাম প্রশান্ত মহাসাগর হইয়াছে। ভারত ও আটলাণ্টিক সমুদ্রের দক্ষিণে কোন বৃহৎদ্বীপ নাই, সুতরাং বাধা না থাকা প্রযুক্ত তৎ সমুদ্রদ্বয়ে অত্যন্ত প্রবল জোয়ার হইয়া থাকে।

জোয়ার উত্তরাভিমুখেই প্রবাহিত হয় অতএব দক্ষিণাভিমুখা নদী মধ্যে তাহা ভয়ানক বেগে প্রবিষ্ট হয়; বল্‌টিক সমুদ্রের মুখ অগ্নি কোণের দিকে, তাহাতে জোয়ারের অনুভবই হয় না। ভূমধ্যস্থ সাগরের মুখ পশ্চিমদিকে তাহাতেও জোয়ার বড় বেগবান বোধ হয় না। বঙ্গোপসাগরের মুখ দক্ষিণদিকে, তথাকার জোয়ার অত্যন্ত ভয়ানক এবং স্থানেস্থানে ৩০।৪০ হাত উচ্চ হইয়া উঠে। নদীর মধ্যেও জোয়ারের জল অনেক দূর পর্য্যন্ত উচ্চ হইয়া প্রবেশ করে। এতদ্দেশীয় গঙ্গা, দামোদর, রূপনারায়ণ নদীর বিষয় প্রসিদ্ধই আছে। আমেরিকায় আমেজন নদীর মুখ হইতে ২২০ ক্রোশের অধিক দূর পর্য্যন্তও জোয়ারের গতি হয়।

জোয়ারের গতি দ্রুত বটে, তত্রাপি এক জোয়ার কুমেরু সমুদ্রে আরব্ধ হইয়া সুমেরু সমুদ্রে উত্তীর্ণ হইতে না হইতে কুমেরু সমুদ্রে পুনরায় জোয়ার আরব্ধ হয়। বৃহৎ বৃহৎ নদী মধ্যেও এক জোয়ার অবসান না হইতে হইতে নুতন জোয়ার উপস্থিত হয়। অপর যে (ভাটার) সময়ে নদীর জল নির্গত হইয়া মোহানায় পতিত হয়, সেই সময়ে যদি সমুদ্রে পুনর্ব্বার প্রবল (কটালের) জোয়ার উৎপন্ন হইয়া মোহানারদিকে আসিতে থাকে, তাহা হইলে, উভয় প্রবাহ পরস্পর সম্মুখীন ও প্রতিহত হইয়া জলময় প্রাচীরের ন্যায় উচ্চ হইয়া উঠে, এবং সেই জলরাশি সতেজে নদামধ্যে প্রবেশপূর্ব্বক প্রচণ্ডবেগে গমন করিতে থাকে। ইহাকেই বান কহে। বানের সময় জীব জন্তু নৌকা প্রভৃতি যাহা কিছু ইহার সম্মুখে পতিত হয়, তাহাই জলময় ও বিনষ্ট হইয়া যায়। কলিকাতায় বানের সময়ে বড়২ জাহাজ প্রভৃতি সমুদায় যান আন্দোলিত হইতে থাকে, এবং কখন২ নঙ্গরের বন্ধন ছিন্ন হইয়া যায়। আমেজন নদীর বান ভয়ঙ্কর জলময় পর্ব্বতের ন্যায় একশত বিংশতি হস্ত উন্নত হইয়া প্রচণ্ড বেগে ধাবিত হইতে থাকে।

কটালে জল যে পর্য্যন্ত উচ্চ হইয়া থাকে তাহাকে বেলোর্দ্ধ সীমা কহে। নিম্নলিখিত কারণ চতুষ্টয়ে ঐ সীমার, জোয়ারের গতির ও বেগের অন্যথা হইয়া থাকে। ১ম, কালভেদে চন্দ্র সূর্য্য পৃথিবীর পরস্পর অন্তরতা; ২য়, দ্বীপ ও সাগর-গর্ভস্থ-গিরির বাধা; ৩য়; বায়ুর গতি; ৪র্থ, স্রোতের বিরুদ্ধতা। যে সময়ে জোয়ার পূর্ণতা প্রাপ্ত হয় তাহার নাম বেলোর্দ্ধ সীমার কাল।

তৃতীয় অধ্যায়

চন্দ্র।

চন্দ্র গ্রহ নহে, উপগ্রহ; পৃথিবীগ্রহের পারিপার্শ্বিক। এই উপগ্রহ পৃথিবী হইতে প্রায় ২,৩৭,৬২৭ মাইল অন্তরে অবস্থিত। পৃথিবী যেমন সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে চন্দ্র সেইরূপ পৃথিবীকে পরিভ্রমণ করে। ২৭ দিন ৭ হোরা ৪৩ মিনিট ১১.৫ সেকেণ্ডে চন্দ্র একবার পৃথিবীর চতুর্দ্দিক বেষ্টন করে ও পৃথিবীর সঙ্গে সম্বৎসর কালে সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিয়া থাকে। চন্দ্র প্রতি হোরায় প্রায় ২,৩০০ মাইল গমন করে। চন্দ্রের ব্যাস প্রায় ২,১৫৩ মাইল, সুতরাং চন্দ্রপৃষ্ঠ ভূ-পৃষ্ঠের প্রায় চতুর্দ্দশ অংশের একাংশ এবং উহার পরিমাণ ফল পৃথিবীর পরিমাণ ফলের প্রায় পঞ্চাশ ভাগের এক ভাগ। চন্দ্রের সান্দ্রতা গড়ে পৃথিবীর সান্দ্রতার অর্দ্ধেকের কিঞ্চিৎ অধিক হইবে, অর্থাৎ পৃথিবীর সান্দ্রতা এক (১) সংখ্যা দ্বারা ব্যক্ত করিলে চন্দ্রের সান্দ্রতা ০.৬১১ হইবে; এবং পৃথিবীর পরমাণু সমষ্টি ঐ রূপ এক (১) সংখ্যাদ্বারা ব্যক্ত করিলে চন্দ্রের পরমাণু সমষ্টি প্রায় ০.০১১৪ হইবে।

চন্দ্রের গমনীয় পথ বৃত্তাভাস। পৃথিবী চন্দ্রের বৃত্তাভাস পথের দুইটী অধিশ্রয়ের একটীতে থাকে। যদি সূর্য্যাকর্ষণ না থাকিত তবে চন্দ্রের গমন সমভাবে সমকালে হইতে পারিত। এবং চন্দ্রের গমনীয় পথের সহিত অয়নমণ্ডলের উত্তর দক্ষিণ দিকের পাত বা সংযোগ স্থানও ঠিক থাকিতে পারিত। অয়নমণ্ডল হইতে চন্দ্রের গমনীয় পথ ৫° ৮′ ৫৭″.৯ অবনত হইয়া আছে। চন্দ্রের মাধ্যাকর্ষণ পৃথিবীমাধ্যাকর্ষণের ষষ্ঠাংশের একাংশ মাত্র; অর্থাৎ এখানে যে বস্তু ৬ সের ভারী চন্দ্রমণ্ডলে তাহা এক সের বই ভারী হইবে না; অতএব চন্দ্রমণ্ডলের যদি আভ্যন্তরিক তাপ থাকে তবে তথায় উহার অধিকতর পরাক্রম প্রকাশ করিবার সম্ভাবনা। চন্দ্র যে সময়ে পৃথিবী পরিভ্রমণ করিয়া আইসে সেই সময় মধ্যে স্বীয় মেরুদণ্ডের উপর একবার মাত্র আবর্ত্তন করে, সুতরাং চিরকালই চন্দ্রের এক দিকই আমাদের নয়ন গোচর হইয়া থাকে; চন্দ্রের অপরার্দ্ধ আমরা কখনই দেখিতে পাই না।

চন্দ্রের এক পার্শ্বমাত্র আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয়, তাহার প্রমাণ এই যে চন্দ্রবিম্বের স্থানবিশেষে কতকগুলি চিহ্ন আছে, যাহা সামান্যতঃ চন্দ্রের কলঙ্ক বলিয়া উক্ত হয়, এবং আমরা যখন যে ভাবে চন্দ্রকে দেখি তখনই ঐ চিহ্নগুলি সেই একস্থানেই দেখিতে পাই। অত এব এই সিদ্ধান্ত হইতেছে যে পৃথিবী প্রদক্ষিণ কালে চন্দ্র স্বীয় মেরুদণ্ডকে একবার মাত্র পরিবেষ্টন করে, নতুবা সর্ব্বকালে তাহার একই অংশ কেন দৃষ্ট হয়? কোন বৃক্ষকে সম্মুখে করিয়া যদি তাহাকে বেষ্টন করা যায়, তবে সেই বৃক্ষ প্রদক্ষিণ কালে স্বীয় শরীরেরও একবার চতুর্দ্দিক পরিবর্ত্তন হয়;

যেহেতু গগণমণ্ডলের চতুর্ভাগই ক্রমশঃ তাহার সম্মুখবর্ত্তী হয়। তদ্রূপ চন্দ্র যৎকালে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে, তৎকালে তাহার একপার্শ্ব পৃথিবীর সম্মুখবর্ত্তী থাকে, সুতরাং তৎকাল মধ্যে চন্দ্র একবার মাত্র স্বীয় মেরুদণ্ডকে পরিবেষ্টন করে। অতএব যদ্রূপ পৃথিবীর প্রাতিদৈবসিক আবৃত্তিদ্বারা এক অহোরাত্র হয় তদ্রূপ চন্দ্রের সমস্ত পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ দ্বারা চন্দ্রলোকে এক অহোরাত্র হইয়া থাকে। সুতরাং আমাদের প্রায় এক পক্ষ পরিমাণে তাহার দিবস, এবং প্রায় এক পক্ষ পরিমাণে তাহার রাত্রি হইয়া থাকে।

চন্দ্র নিত্য রাশিচক্রের মধ্যে ১৩° ১০′ ৩৫″ করিয়া পশ্চিমদিক হইতে পূর্ব্বদিকে গমন করে; সূর্য্য প্রত্যহ পশ্চিমদিক হইতে পূর্ব্বদিকে ৫৯′ ৮″ গমন করে: এ জন্য চন্দ্র সূর্য্য হইতে নিত্য নিত্য ১২° ১১′ ৪৭″ পূর্ব্বদিকে আগত হয়। চন্দ্রের নিত্য ১২° ১১′ ৪৭″ অগ্রগতিতে এক এক তিথি হয়। যখন চন্দ্রের বৃদ্ধি হইতে থাকে, তাহাকে শুক্ল পক্ষ বলে: আর যখন চন্দ্রের হ্রাস হইতে থাকে, তাহাকে কৃষ্ণপক্ষ কহে। শুক্লাষ্টমীর দিন চন্দ্র সূর্য্য হইতে ৯০° পূর্ব্বাংশে অবস্থিতি করে; এজন্য ঐ দিন অর্দ্ধ চন্দ্র দেখাযায়। শুক্লপক্ষে চন্দ্রকলা পশ্চিমদিক হইতে প্রকাশ হয়, পূর্ব্বদিক অপ্রকাশ থাকে; কেননা সূর্য্য চন্দ্রের পশ্চিম দিকে থাকে। পশ্চিমদিকে আলোকপাত হওয়াতে সেই দিক দেখা যায়; ১৫ দিনে চন্দ্র সূর্য্য হইতে ১৮০° পূর্ব্বদিকে আইসে এই প্রযুক্ত ঐ দিন চন্দ্রকে পূর্ণ দেখা যায়, আর ঐ দিন সূর্য্যাস্তে চন্দ্রের উদয় ও সূর্য্যোদয়ে চন্দ্রের অস্ত হয়। পরে চন্দ্র ঐ রূপ ১২° ১১′

৪৭″. গমন করিয়া পশ্চিম হইতে পূর্ব্বদিকে আগত হইয়া ২২ দিনে সূর্য্যের ৯০° নিকটবর্ত্তী হয়, সুতরাং কৃষ্ণাষ্টমীর দিন আবার চন্দ্রের অর্দ্ধেক মাত্র দেখা যায়। ঐ দিন চন্দ্র মধ্য রাত্রে এবং আকাশের পূর্ব্বদিকে উদয় হয়; । এই রূপ চন্দ্র ক্রমশঃ সূর্য্যের নিকটবর্ত্তী হইলে আর চন্দ্রকে দেখা যায় না। যদি চন্দ্র, পৃথিবী ও সূর্য্য সমসূত্রে থাকে তাহা হইলে প্রতি অমাবস্যায় সূর্য্য গ্রহণ ও প্রতি পৌর্ণমাসীতে চন্দ্র গ্রহণ হইতে পারিত। কিন্তু চন্দ্রের কক্ষার সহিত অয়নমণ্ডলের ৫° ৮′ ৪৭″.৯ বক্রতা আছে; এজন্য যদি চন্দ্র অমাবস্যার সময় পাতস্থলের ১৭° ২১′ নিকটবর্ত্তী হয় তাহা হইলে সূর্য্য গ্রহণ, এবং পৌর্ণমাসীতে ১১° ৩৪ নিকট থাকিলে চন্দ্রগ্রহণ হইতে পারে। চন্দ্রের এই রূপ অবস্থান না হইলে কখনই গ্রহণ হইতে পারে না।

এক অমাবস্যা হইতে আর এক অমাবস্যা পর্য্যন্ত পরিমিত কালকে এক চান্দ্রমাস বলা যায়। এক অমাবস্যা অবধি অন্য অমাবস্যা পর্য্যন্ত সামান্যতঃ ৩০ দিন হয়। চান্দ্রমাস দুই প্রকার, চন্দ্রের এক স্থান ত্যাগ করিয়া ২৭ দিন ৭ হোরা ৪৩ মিনিট ১১.৫ সেকেণ্ডে পৃথিবীকে পরিভ্রমণ করিয়া পুনর্ব্বার সেই স্থানে উপস্থিত হওয়া এক প্রকার চান্দ্রমাস; আর এক অমাবস্যা অবধি অন্য অমাবস্যা পর্য্যন্ত আর এক প্রকার চান্দ্রমাস। শেষোক্ত চান্দ্র মাসকে মুখ্যচান্দ্র বলে। মুখ্য চান্দ্রমাস ২৯ দিন ১২ হোরা ১৪ মিনিট ২.৮৭ সেকেণ্ডে হয়। চন্দ্রের গমনীয় পথের ও অয়ন মণ্ডলের সংযোগস্থল পশ্চিম অর্থাৎ রাশিচক্রের বিপরীত দিকে। উত্তর দিকের পাতের নাম কেতু, দক্ষিণদিকের পাতের নাম রাহু। চন্দ্রের গম-

নীয় পথ ও অয়নমণ্ডলের সংযোগ স্থল প্রতি বৎসর ১৯° ১৯′ ৪৪″ করিয়া পেছিয়া পড়ে এবং ১৮ বৎসর ২২৮ দিন ৬ হোরায় উক্ত সংযোগ যথা স্থানে আইসে। অর্থাৎ ১৮ বৎসর ২২৮ দিন ৬ হোরার পর পৌর্ণমাসী ও অমাবস্যাদি পূর্ব্ব ১৮ বৎসরের যে২ দিনে হইয়াছিল সেই২ দিনেই হইয়া থাকে।

চন্দ্রের নৈসর্গিক ভাব।

আমরা বাল্যকাল অবধি শুনিয়া আসিতেছি যে, চন্দ্র স্বয়ং তেজোময় নহে, সূর্য্যের আলোক উহাতে পতিত হইয়া প্রতিফলিত হয় বলিয়াই আমরা উহাকে জ্যোতির্ম্ময় দেখিতে পাই, কিন্তু কোন২ জ্যোতির্ব্বিদ বিশিষ্ট হেতু দর্শনে অনুমান করিয়াছেন যে, চন্দ্রমণ্ডল এক কালে নিষ্প্রভ নহে, উহার এক প্রকার মন্দ প্রভা আছে তাহা সূর্য্য কিরণ সংস্পর্শে বিশিষ্ট রূপ বিকশিত হয়। সুধাংশুর অমৃতময় কিরণে তাপ আছে কিনা এবিষয়ে বহু কালাবধি পণ্ডিতগণের তর্ক বিতর্ক চলিয়াছিল। লার্ডনার কহেন যে অতীব সূক্ষ্ম পরীক্ষা দ্বারা নির্ণীত হইয়াছে যে "চন্দ্র কিরণে তাপ নাই,, কিন্তু হম্বোল্ট কহেন যে চন্দ্র কিরণে যে তাপ আছে, সংপ্রতি আমার বন্ধু মেলনি তাহার আবিষ্কার করিয়াছেন,,। মহতে মহতে দ্বন্দ্ব, অতএব এবিষয়ে আমাদের মৌনাবলম্বন করাই উচিত। তবে আমরা ইহা বলিতে পারি যে; চন্দ্র কিরণ কোন ক্রমেই শীতল নহে; সুতরাং চন্দ্রের হিমাংশু নামটী বিজ্ঞানানুমোদিত হইতেছে না।

চক্ষু দ্বারা চন্দ্রের বাহ্যভাব যেরূপ দৃষ্ট হইয়া থাকে দূরবীক্ষণ দিয়া দেখিলে তাহার কি বিপর্য্যয়ই দেখিতে পাওয়া যায়! নির্ম্মল সমতল উজ্জ্বল ক্ষেত্রের পরিবর্ত্তে অতীব বিস্ময়জনক বন্ধুর উপত্যকা অধিত্যকা পরিপূর্ণ প্রদেশ নয়নগোচর হয়! পৃথিবী মধ্যে যত পার্ব্বতীয় প্রদেশ আছে উহার মত বিস্ময়োদ্দীপক একটাও নহে। এক স্থানে শৈলশিখর সমূহ সমুজ্জ্বল হইয়া রহিয়াছে, কোন স্থানে প্রকাণ্ড পর্ব্বতশ্রেণী দীর্ঘচ্ছায়া বিস্তার করিতেছে; কোথাও বা অতি গভীর গহ্বরশ্রেণী যেন মধুক্রমের ঘনসন্নিবিষ্ট বিবরশ্রেণীকে উপহাস করিয়া সুধাংশুকে আচ্ছন্ন করিয়া রহিয়াছে; ফলতঃ দূরবীক্ষণ যন্ত্রদ্বারা দেখিলে প্রতীত হইবে যে, যে আভ্যন্তরিক নৈসর্গিক কারণবশতঃ পৃথিবী ও অন্যান্য গ্রহগণের উপরিভাগ অধিত্যকা ও উপত্যকায় সুশোভিত হইয়াছে, সেই নৈসর্গিক কারণেই চন্দ্রমণ্ডলের উপরিভাগ তদ্রূপ সুশোভিত হইয়াছে।

চান্দ্রক্ষেত্র। চন্দ্রতলের কোন স্থান উন্নত কোন স্থান অবনত, কোন কোন স্থান বা কিঞ্চিৎ সমতল। সমতল অংশগুলি সমুদায়ে নিরীক্ষ্যমাণ বৃত্তের তৃতীয় ভাগের অধিক হইবে না। ঐ সকল সমতল ক্ষেত্র অপেক্ষাকৃত অন্ধকারময়। কেবল চক্ষুদ্বারা দেখিলে অন্ধকারময় বলিয়া উপলব্ধ হইয়া থাকে। ফলতঃ যাহা চন্দ্রের কলঙ্ক বলিয়া প্রসিদ্ধ আছে তাহা সমতল ক্ষেত্র ভিন্ন আর কিছুই নহে। পূর্ব্বে উক্ত স্থান চান্দ্রসমুদ্র বলিয়া বিবেচিত হইত কিন্তু এইক্ষণে স্থির হইয়াছে যে চন্দ্রমণ্ডলে জল নাই। যাহা হউক কঠোরমতি বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতেরা যুক্তিরূপ নিষ্করুণ হস্তদ্বারা আমাদের শশাঙ্কদেবের অঙ্ক হইতে

চিরাশ্রিত শশটী হরণ করিয়া কেবল সমতল ক্ষেত্রমাত্র রাখিয়াছেন!

চান্দ্রপর্ব্বত। চন্দ্রে কখন কখন এক একটী এরূপ শৈলশিখর দৃষ্ট হইয়া থাকে যে, তাহা যেন হঠাৎ চতুর্দ্দিকের সমতল ক্ষেত্র উদ্ভেদ করিয়া উঠিয়াছে। তথায় এরূপ শৃঙ্গ অনেক আছে। পিকো নামক শৃঙ্গ অতি সুন্দর। উহার উচ্চতা আল্পস্ পর্ব্বতের অত্যুচ্চ শিখরের অর্দ্ধেক হইবে।

চন্দ্রে পর্ব্বতের শ্রেণীও দেখিতে পাওয়া যায়, ঐ সকল পর্ব্বত শ্রেণী সমতল ক্ষেত্রের প্রান্তদেশে অবস্থিত। কোন কোন পর্ব্বতশ্রেণী ১৮,০০০ হইতে ২০,০০০ ফুট পর্য্যন্ত উন্নত, আর চন্দ্রমণ্ডলের প্রান্তভাগে যে একটী পর্ব্বত শ্রেণী আছে তাহা আণ্ডিস ও হিমালয়ের সমান। শৃঙ্গের মধ্যে যেটী সর্ব্বোচ্চ তাহার উচ্চতা প্রায় ৫ মাইল হইবে। পার্থিব পর্ব্বতের সহিত চান্দ্রপর্ব্বতের তুলনা করিলে উহাতে একটী সুন্দর সৌসাদৃশ্য ও একটী বিলক্ষণ বৈসাদৃশ্য উপলক্ষিত হয়। সৌসাদৃশ্য এই যে, পৃথিবীস্থ পর্ব্বতশ্রেণী একদিকে প্রায় লম্বভাবে উন্নত, অন্য দিকে ঢালু। যে দিকে সমতল ক্ষেত্র সেইদিকে প্রায় লম্বভাবে উন্নত। আর যে দিকে মালক্ষেত্র সেই দিকেই ক্রমোন্নত; যেমন, হিমালয়পর্ব্বত উত্তরে তিব্বতেরদিকে ঢালু আর দক্ষিণে ভারতবর্ষের দিকে প্রায় লম্বভাবে উন্নত। বৈসাদৃশ্য এই যে পার্থিবপর্ব্বত শ্রেণীর সহিত অন্যান্য সমান্তরালস্থিত পর্ব্বতের সংযোগ আছে, কিন্তু চান্দ্রপর্ব্বতের সেরূপ সংযোগ নাই।

চান্দ্রগহ্বর। চন্দ্রমণ্ডলের প্রায় ৫ ভাগের তিনভাগ

গোলাকার গহ্বরে পরিপূর্ণ। কোন কোন গহ্বরের ব্যাস ৫০০ ফুট; কোন কোন গহ্বরের ব্যাস ৫০।৬০ মাইল। গহ্বরের পার্শ্বের প্রান্তভাগ প্রায়ই অত্যুচ্চ প্রাচীর দ্বারা বেষ্টিত। প্রাচীর গুলি গহ্বরের দিকে প্রায় লম্বভাবে উন্নত ও বাহিরের দিকে ক্রমোন্নত। চন্দ্রের শিরোভাগে যে উজ্জ্বলতম বিন্দু দেখা যায় উহা একটী গহ্বর; উহা টাইকো নামে অভিহিত হইয়াছে, উহা হইতে অতি উজ্জ্বল সুদীর্ঘ বাহু নির্গত হইয়াছে। দূর হইতে দেখিলে উক্ত গহ্বরকে ৫০ মাইল ব্যাপী ও সমধিক উজ্জ্বল একটী শৈলশ্রেণী বলিয়া বোধ হয়; ক্রমে দর্শক যখন প্রাচীরের নিকটবর্ত্তী হইবেন তখন উহা একটী প্রকাণ্ড বৃত্ত বলিয়া তাঁহার প্রতীতি জন্মিবে। ঐ বৃত্ত অতিশয় উচ্চ নহে, এবং উহার চতুঃপার্শ্বে কিঞ্চিৎ ক্রমোন্নত বলিয়া বোধ হইবে; পরে দর্শক যখন উহার শিরোভাগে আরোহণ করিবেন তখন দেখিবেন যে, প্রাচীরের অপর পার্শ্ব ক্রমোন্নত না হইয়া লম্বভাবে ১৩,০০০ ফুট নামিয়া গিয়াছে; প্রাচীরের পাদদেশে গহ্বর মধ্যে দুই একটী অল্পোন্নত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র প্রাচীর আছে, উহার বহির্ভাগে দৃষ্টি করিলে গহ্বরটী ১৭,০০০ ফুট গভীর বলিয়া বোধ হইবে। যদি দর্শক গহ্বর মধ্যে দণ্ডায়মান হন, তাহা হইলে দেখিবেন যে, চতুর্দ্দিকে প্রায় ২৫ মাইল দূরে ১৭,০০০ ফুট উচ্চ একটী প্রকাণ্ড প্রাচীর তাহাকে সম্পূর্ণরূপে বেষ্টন করিয়া রহিয়াছেন; এরূপ স্থানে পতিত হওয়া কি ভয়ঙ্কর ব্যাপার!

দৃষ্টিবিজ্ঞান ও জ্যোতিঃশাস্ত্র দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে যে চন্দ্রে বায়ু নাই; সুতরাং তথায় জীব জন্তু কোন

প্রকারে বাস করিতে পারে না। চন্দ্রমণ্ডলে জলেরও যে একান্ত অসদ্ভাব তাহা সপ্রমাণ করা যাইতে পারে; ফলতঃ বায়ু না থাকিলে জলেরও থাকিবার সম্ভাবনা নাই ইহা সহজেই বুঝিতে পারা যায়। চন্দ্রমণ্ডলে যে কোন প্রকার জীব নাই এবিষয়ে লার্ডনার সাহেব আর একটি যুক্তি দিয়া থাকেন যে, চন্দ্রে ঋতু পরিবর্ত্তন হইবার সম্ভাবনা নাই, আর দিবা রাত্রির মান প্রায় ৩২৪ঘোরা হওয়াতে কোন মতেই উহা বাসযোগ্য নহে; কারণ এমত কঠিন স্থানে মানবদেহ কতক্ষণ জীবিত থাকিতে পারে? কিন্তু যিনি এই মর্ত্ত্যলোকেই ভূচরকে ভূমির যোগ্য ও জলচরকে জলের যোগ্য করিয়াছেন, এবং বিসাক্ত ও গলিত পদার্থকেও অসংখ্য জীবগণের আহার করিয়াছেন, তিনি যে চন্দ্রলোকে তাহার উপযুক্ত বিশ্ব পুরুষ সকল সৃষ্টি করিয়া আনন্দে নিমগ্ন রাখিবেন ইহার আশ্চর্য্য কি!

সমুদায় চন্দ্রমণ্ডলে যে জল ও বায়ু থাকিবার সম্ভাবনা নাই ইহা কোন প্রকারে যুক্তিসিদ্ধ হইতে পারেনা, কারণ আমরা কখনই চন্দ্রের এক পার্শ্ব বই দেখিতে পাই না, কিন্তু অপর অর্দ্ধের বিষয়ে আমরা কিছুই বলিতে পারি না। একজন জর্ম্মণ বিজ্ঞানবিৎ দুরূহ গণনা দ্বারা স্থির করয়াছেন যে, চন্দ্রলোকের কেন্দ্রে ও উহার ভারমধ্যে প্রায় ৩৪ মাইল অন্তর। একটী সোনার বর্ত্তুলার্দ্ধ ও একটী সমপরিমাণে লৌহ বর্ত্তুলার্দ্ধ একত্র সংযোজিত হইলে ঐ বর্ত্তুলের কেন্দ্র ও ভারমধ্য এক হইবে না। চন্দ্রেও সেইরূপ, পৃথিবীরদিকে যেন সোনার বর্ত্তুলার্দ্ধ আছে, সুতরাং ভারমধ্য আমাদিগের হইতে

অপেক্ষাকৃত দূর। ঐ ভারমধ্যের চতুঃপার্শ্বেই জল ও বায়ুমণ্ডল বৃত্তাকারে সংস্থিত থাকিতেপারে, সুতরাং পৃথিবীর সম্মুখীন চন্দ্রার্দ্ধে জল ও বায়ু দেখিতে পাইবার সম্ভাবনা নাই। যদি পৃথিবীর একার্দ্ধে ৩২ মাইল উচ্চ একটী প্রকাণ্ড পর্ব্বত হইত, তাহা হইলে সেই অর্দ্ধে জল বায়ু থাকা কখনই সম্ভবিত না, চন্দ্রেরও অবিকল সেই অবস্থা; অতএব যদিও পৃথিবীর সম্মুখীন চন্দ্রার্দ্ধ জলশূন্য পার্ব্বতীয় ও সাহারা মরুভূমির ন্যায় বিস্তৃত রহিয়াছে তথাপি অপরার্দ্ধে যে জল কল্লোল, বায়ুহিল্লোল ও আনন্দোৎসবের ধ্বনিতে অহরহঃ প্রতিধ্বনিত হইতেছে তাহার আশ্চর্য্য কি

চন্দ্রকলার হ্রাসবৃদ্ধি

চন্দ্র নিজে তেজোময় নহে। চন্দ্রমণ্ডলের একদিক সূর্য্যকিরণে দীপ্তিমান, ও অপর দিক তিমিরাবৃত হইয়া থাকে। সূর্য্য প্রকাশ দ্বারা চন্দ্র প্রকাশ হয় বলিয়া চন্দ্রকলার হ্রাস বৃদ্ধি হয়। চন্দ্রমণ্ডলের অর্দ্ধভাগ নিয়তই সূর্য্যরশ্মি দ্বারা প্রকাশিত থাকে। যখন সেই সমস্ত প্রকাশিত ভাগ আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয়, তখন তাহাকে পূর্ণচন্দ্র নামে নির্দ্দিষ্ট করা যায়, এবং সেই দৃষ্ট অংশের ন্যূনাধিক্য অনুসারে চন্দ্রকলার হ্রাস বৃদ্ধি উক্ত করা যায়। অমাবস্যার পর যখন শুক্ল দ্বিতীয়ার চন্দ্র পশ্চিমদিকে উদয় হয়, তখন চন্দ্রের দীপ্তিমান রেখা চন্দ্রমণ্ডলের

পশ্চিমাংশে প্রকাশ হইয়া থাকে। তদনন্তর প্রতিদিন চন্দ্রের পশ্চিমাংশ ক্রমশঃ এক এক কলা বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইয়া অবশেষে পূর্ণিমার দিবসে পূর্ণচন্দ্র হইয়া প্রকাশ হয়। তৎপরে যখন কৃষ্ণপক্ষ আরম্ভ হয়, তখন চন্দ্রমণ্ডলের এক এক কলা পশ্চিমাংশ হইতে প্রতিদিন হ্রাস হইতে থাকে, পূর্ণচন্দ্র এইরূপে হীন কলেবর হইয়া অমাবস্যার সময়ে একবারে অন্তর্হিত হইয়া যায়। শুক্লপক্ষের প্রতি-পদ হইতে দিন২ তিথির যত বৃদ্ধি হইতে থাকে চন্দ্র সূর্য্য হইতে ততই দূরগামী হইয়া কিঞ্চিৎ২ পূর্ব্বদিকে অপসরণ করে। এইরূপে চন্দ্রমণ্ডল যত পূর্ব্বদিকে অগ্রসর হয় ততই উহার দীপ্তিমান অংশ পৃথিবীর সম্মুখ-বর্ত্তী হইয়া প্রকাশ পায়। চন্দ্র পূর্ণিমা পর্য্যন্ত ক্রমে২ যত পূর্ব্বদিকে গমন করে, ততই চন্দ্রমণ্ডলের পূর্ব্বভাগের প্রদীপ্ত অংশ ক্রমশঃ পৃথিবীর সম্মুখবর্ত্তী হইয়া প্রকাশ পাইতে থাকে। এই নিমিত্ত শুক্লপক্ষে চন্দ্রমণ্ডল পশ্চি-মদিকে দিন দিন পৃথিবীর সম্বন্ধে বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইয়া অব-শেষে পূর্ণিমার দিবসে পৃথিবীতে পূর্ণভাবে প্রকাশ হইয়া থাকে।

চন্দ্রের প্রাত্যহিক গতি ও তাহার দৈনন্দিন হ্রাস ও বৃদ্ধি বিলক্ষণ রূপে পর্য্যালোচনা করিলে জানিতে পারা যায়, যে শুক্ল পক্ষের প্রারম্ভ হইতে পূর্ণিমা পর্য্যন্ত চন্দ্র স্বকীয় কক্ষের ঠিক অর্দ্ধাংশ পথ বা ১৮০° ভ্রমণ-করে, আর এতাবৎ কাল সূর্য্য (পৃথিবী সম্বন্ধে) এই পশ্চিম দিকে অবস্থিতি করে, সুতরাং আমরা শুক্লপক্ষীয় শশা-ঙ্কের পশ্চিম অংশে বৃদ্ধি দেখিতে পাই। অনন্তর যখন চন্দ্র এই মধ্যপথ পার হইয়া কৃষ্ণপক্ষে প্রবিষ্ট হয়,

তখন উহার পূর্ব্বদিকে সূর্য্যের অবস্থিতি হইয়া থাকে। সুতরাং চন্দ্রের পূর্ব্বাংশ সূর্য্যকিরণে আকীর্ণ হয়, এবং তৎপরে চন্দ্র দিনং যত সূর্য্যের নিকটগামী হয়, ততই উহার এক এক কলা পৃথিবী হইতে অপ্রকাশ হইতে থাকে; অবশেষে অমাবস্যার দিবসে ইহার সমগ্র প্রদীপ্ত অংশ সূর্য্যের সম্মুখবর্ত্তী হয়, এবং তিমিরাবৃত পশ্চাদ্ভাগটী পৃথিবীর দিকস্থ হয়।

২৭ চিত্রক্ষেত্র

এই চিত্রক্ষেত্রে পৃ পৃথিবী. ক খ গ ঘ চ ছ জ ঝ চন্দ্রের গমনীয় পথ, স সূর্য্য। এই প্রতিকৃতি দ্বারা স্পষ্ট দৃষ্ট হইতেছে যে, চন্দ্রের যে প্রদেশ পৃথিবী ও সূর্য্য উভয়ের সম্মুখবর্ত্তী সেই প্রদেশটী মাত্র পৃথিবী হইতে দৃষ্ট হয়; তদ্ভিন্ন অন্য স্থান দৃষ্ট হয় না। যখন চন্দ্র স্বীয় কক্ষের ক চিহ্নিত স্থানে স্থিতি করে তখন তাহার যে ভাগ সূর্য্য সম্মুখে পড়ে তাহা পৃথিবী হইতে অদৃশ্য হয়, এই নিমিত্ত পৃথিবীলোকে চন্দ্র দর্শন হয় না। এই সময়কে অমাবস্যা বলে। পরে চন্দ্র ক চিহ্নিত স্থান পরিত্যাগ করিয়া যে পরিমাণে স্বীয়

কক্ষাতে গমন করে, তৎপরিমাণে তাহার কলা দৃষ্টিগোচর হইতে থাকে। ক গ, চ জ, চন্দ্রের গমনীয় পথের চতুর্থাংশের এক অংশ। ক গ শুক্লপক্ষের প্রথম সাত দিন, চ জ কৃষ্ণপক্ষের প্রথম সাতদিন, বা প্রতিপদ, দ্বিতীয়া, তৃতীয়া, চতুর্থী, পঞ্চমী, ষষ্ঠী, সপ্তমী। যখন চতুর্থী তিথিতে খ চিহ্নিত স্থানে চন্দ্রের উদয় হয়, তখন তাহার প্রকাশিত ভাগের প্রায় চতুর্থ অংশ পৃথিবী সম্মুখে পড়ে; সেই অংশটী শৃঙ্গের ন্যায় মনুষ্যের দৃষ্টিগোচর হয়, যথা খ´। তাহার পর যখন গ চিহ্নিত স্থানে উদয় হয়, তখন তাহার প্রকাশিত ভাগের অর্দ্ধ অংশ আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয়, যথা গ´। অনন্তর ঘ চিহ্নিত স্থানে প্রকাশিত পার্শ্বের তিন ভাগ আলোকময় দৃষ্ট হয়, যথা ঘ´। অবশেষে চ চিহ্নিত স্থানে সমস্ত প্রকাশিত ভাগ দৃষ্ট হইয়া পূর্ণচন্দ্ররূপে উপলব্ধি হয়, যথা চ´। তথা হইতে ছ, জ প্রভৃতি স্থানে বিলোমক্রমে হ্রাস হইয়া পুনর্ব্বার ক চিহ্নিত স্থানে অমাবস্যা-কালে অদৃশ্য হয়। ক´, খ´, গ´ প্রভৃতি স্থানে চন্দ্রের যে প্রদেশ চক্ররেখা দ্বারা বিভাজিত হইয়াছে তন্মধ্যে যে টুকু শাদা আছে, সেই অংশ টুকু আমরা দেখিতে পাই। সূর্য্যালোক হইতে চন্দ্র দেখিলে উহাকে ক খ গ ইত্যাদির ন্যায় লক্ষিত হয়, আর পৃথিবী হইতে দেখিলে উহার আকার ক´, খ´, গ´ ইত্যাদির মত উপলব্ধি হয়।

চন্দ্রের এক পার্শ্বই আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয়, অতএব পৃথিবীও চন্দ্রলোকে কেবল তৎপার্শ্ব বাসীদিগের দৃশ্য হইয়া থাকে। সূর্য্যরশ্মি দ্বারা চন্দ্র প্রভাবিশিষ্ট হইয়া যে রূপ আমাদিগের দৃশ্যগোচর হয়, পৃথিবীও সেই রূপ

সূর্য্য আলোকদ্বারা দীপ্ত হইয়া চন্দ্রলোকে দৃষ্ট হয়। আমাদিগের দৃষ্টিতে যে রূপ চন্দ্রকলার হ্রাস বৃদ্ধি হইতেছে, চন্দ্রলোক বাসীদিগের দৃষ্টিতেও পৃথিবীর তদ্রূপ হ্রাস বৃদ্ধি ক্রমে প্রকাশ পাইয়া থাকে।

যদিও পূর্ণিমা ব্যতীত অন্য তিথিতে চন্দ্রবিম্বে কিয়ৎ কলা মাত্র সুপ্রকাশিত দেখা যায়, তথাপি অবশিষ্ট তাবৎ ভাগ মলিন রূপে দৃষ্টিগোচর হইয়া থাকে, যেহেতু চন্দ্র আলোক দ্বারা পৃথিবী যে প্রকার দীপ্ত হয়, তদ্রূপ পৃথিবীর প্রতিভা দ্বারাও চন্দ্রবিম্ব জ্যোতির্ব্বিশিষ্ট হইয়া কথঞ্চিৎ প্রকাশিত হইয়া থাকে। ঐ প্রতিভার চন্দ্রের ধূসর-বর্ণ হয়। ১৭৭৪ খৃষ্টাব্দের ১৪ই ফিব্রুয়ারিতে ধূসরবর্ণ পরিবর্ত্তিত হইয়া ঈষৎ পীতের আভাযুক্ত হরিদ্বর্ণ হইয়াছিল, ইহা দেখিয়া লেম্বর্ট নামক একজন জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিত লিখিয়াছেন, তৎকালে আমেরিকার দক্ষিণখণ্ডের অন্তর্ব্বর্ত্তী মহারণ্যের হরিদ্বর্ণ আভা চন্দ্রমণ্ডলে পতিত হইয়া চন্দ্রের ঐ প্রকার বর্ণ ব্যতিক্রম হইয়াছিল।

দেবগণ ও পিতৃগণ চন্দ্রের সুধা পান করেন এপ্রযুক্ত চন্দ্রের কলা ক্রমশঃ হ্রাস হইতে থাকে, ইহা পৌরাণিক কল্পনা। বাস্তবিক এদেশীয় জ্যোতিষ সিদ্ধান্তে স্পষ্টরূপে নির্দ্দিষ্ট আছে যে, সূর্য্যরশ্মি দ্বারা চন্দ্রের প্রকাশ হয় এবং তাহার গতির নিয়মানুসারে যখন তাহার প্রকাশিত পার্শ্বের সমস্ত অংশ দৃষ্ট হয়, তখন তাহা পূর্ণচন্দ্র শব্দে উক্ত হয় এবং সেই দৃষ্ট অংশের ন্যূনাধিক্য ক্রমে চন্দ্রকলার হ্রাসবৃদ্ধি বলা যায়।

তরণি কিরণ সঙ্গা দেয় পীযুষ দীধিতেঃ-
দিনকর দিশি চন্দ্রশ্চন্দ্রিকাভিশ্চকাস্তি।
তদিতর দিশি বালা কুন্তল শ্যামল শ্রীর্ঘট-
ইব নিজ মূর্ত্তিচ্ছায়শয়েবাতপস্থঃ॥

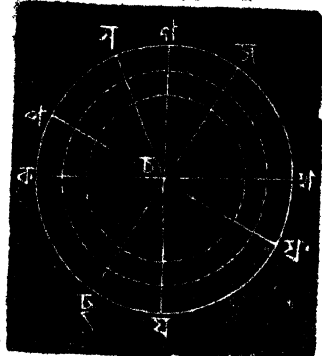
গোলাধ্যায়ে শৃঙ্গোন্নতি বাসনাধ্যায়ে।

সূর্য্য কিরণ প্রাপ্ত হইয়া চন্দ্রের যে অংশ সূর্য্যাভিমুখে স্থিতি করে সেই অংশ প্রকাশ পায় তদ্ভিন্ন অপর অংশ বালাস্ত্রীর কেশের ন্যায় শ্যামবর্ণ থাকে, যে প্রকার রৌদ্রস্থিত ঘটের আপন ছায়া দ্বারাই তাহার একপার্শ্ব অপ্রকাশ থাকে।

গ্রহাদির দূরত্ব পরিমাণের উপায়

গ্রহাদির দূরতা পরিমাণ করা কঠিন নহে, যখন পৃথিবীস্থ কোন দুইটী পর্ব্বত অথবা বৃক্ষ পরস্পর কত দূরে এবং কোনটী কত উচ্চ পরিমাণ করিয়া অনায়াসে স্থির করা যাইতে পারে; তখন পৃথিবী হইতে গ্রহ নক্ষত্রাদির কত দূর এবং তাহারা কত বড় তাহা কেন নিশ্চয় করা না যাইতে পারিবে? দুই পর্ব্বত বা বৃক্ষের মধ্যগত ব্যবধান বা তাহাদের উচ্চতা নিরূপণ করিতে যে কৌশল ও সঙ্কেত অবলম্বন করিতে হয়, পৃথিবী হইতে গ্রহ নক্ষত্রাদির দূরতা ও তাহাদিগের স্থূলতা সেই প্রকার কৌশল ও সেই সঙ্কেত দ্বারা জানা যাইতে

পারে। গ্রহ নক্ষত্রাদি অতিদূরে অবস্থিত বলিয়া তাহা-দিগের পরিমাণ করিবার কোন ব্যাঘাত হয় না; বরং নিকটবর্ত্তী পদার্থের পরিমাণ করা অপেক্ষা দূরস্থ পদা-র্থের পরিমাণ অতি সূক্ষ্মরূপে করা যাইতে পারে।

২৮শ চিত্রক্ষেত্র

একটী রেখার উপর আর একটী রেখাপাত করিলে যদি তাহার দুই পার্শ্বের দুইটী কোণ পরস্পর সমান হয়, তাহা হইলে তাহাদিগকে সমকোণ বলা যায়। ক খ রেখার উপর চ গ রেখা অঙ্কিত হওয়াতে যে দুইটী কোণ হইয়াছে ঐ দুইটী কোণই সমকোণ। চ গ রেখার দুই পার্শ্বের দুইটী কোণ সমকোণ হইলে, চ গ কে লম্ব কহা যায়। আর যদি এই লম্ব রেখাকে অপরদিকে বর্দ্ধিত করা যায় তাহা হইলে সেইদিকেও আর দুইটী সমকোণ হইবে। ক খ রেখার উপর গ ঘ রেখা যে ভাবে টানা হইয়াছে যদি সেই ভাবে না টানিয়া ছ জ যে ভাবে আছে সেই ভাবে টানা যাইত; তাহা হইলে চারিটী কোণ সমান না হইয়া অসমান হইত কারণ কচজ কোণ কচগ কোণ অপেক্ষা অবশ্যই বড় ও খচজ কোণ খচগ কোণ অপেক্ষা অবশ্যই ছোট। যে কোণ সম-কোণাপেক্ষা বড় তাহাকে স্থূলকোণ বলে, আর যে কোণ সমকোণাপেক্ষা ছোট তাহাকে লঘুকোণ কহে। প্রত্যেক বৃত্তে চারিটী সমকোণ অথবা দুইটী স্থূল ও দুইটী লঘুকোণ অথবা দুইটী স্থূল ও অসংখ্য লঘুকোণ হইতে

পারে। কোণের সহিত ভুজের দীর্ঘতার সাপেক্ষতা নাই। ভুজ যত বড় হউক না কেন কোণ যেমন তেমনি থাকিবে; অর্থাৎ সম, স্থূল বা লঘু কোণের ভুজ যতই বর্দ্ধিত হউক না কেন কোণগত বৈলক্ষণ্য কিছুই হয় না।

কোণের স্থূলত্ব বা লঘুত্ব জ্ঞাত হইবার নিমিত্ত বৃত্তের প্রয়োজন হয়। ২৮শ চিত্রক্ষেত্রে ক গ জ খ ঘ ছ বৃত্ত-পরিধি, চ মধ্যস্থান, কখ ও গঘ সরল রেখাদ্বয় পরিধি পর্য্যন্ত বিস্তৃত হওয়াতে বৃত্ত মধ্যে চারিটী সমকোণ জন্মিয়াছে। ঐ চিত্রক্ষেত্রের মধ্যে যে দুইটী ক্ষুদ্র বৃত্ত আছে তাহাদিগের পরস্পরের চতুর্থাংশের একাংশ একই কোণ দ্বারা ব্যাপিত আছে। সুতরাং ক গ জ খ ঘ ছ ও তাহার অন্তর্গত দুইটী বৃত্তের চতুর্থাংশ সমান, অর্থাৎ পরস্পর সকলেই ৯০°। এজন্য পৃথিবী কি আকাশের চতুর্থাংশ গণনা বিষয়ে একই, যেহেতু উভয়ে ৯০ পরিমিত, কিন্তু এই অংশের পরিমাণগত ভিন্নতা আছে।

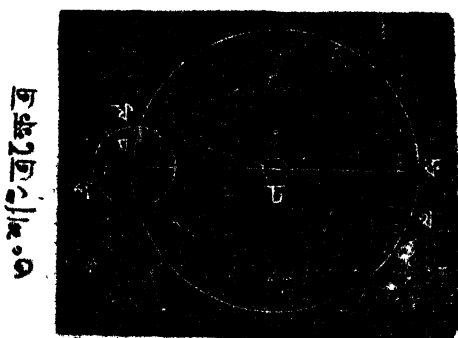
পৃথিবীমণ্ডল যেরূপ ৩৬০ অংশে বিভক্ত, সূর্য্যমণ্ডল ও গগণমণ্ডলও সেইরূপ ৩৬০ অংশে বিভাজিত। কিন্তু পৃথিবীমণ্ডলের এক অংশে যত মাইল সূর্য্যমণ্ডলের এক অংশে তাহার অপেক্ষা অনেক অধিক মাইল, এবং সূর্য্যমণ্ডলের এক অংশে যত মাইল গগণমণ্ডলের প্রত্যেক অংশে তাহা হইতে অনেক অধিক মাইল কারণ ইহারা পরস্পরে পরস্পর অপেক্ষা বৃহৎ।

২৯শ চিত্র। ত্রিভুজ ক্ষেত্র।

যে স্থানটী তিনটী সরল রেখায় বেষ্টিত তাহার নাম ত্রিভুজ ক্ষেত্র। ক খ গ চিহ্নিত ক্ষেত্রটী ত্রিভুজ ক্ষেত্র। প্রত্যেক ত্রিভুজ ক্ষেত্রের তিনটী ভুজ ও তিনটী কোণ আছে; এই ছয়টীর মধ্যে তিনটীর পরিমাণ জানা থাকিলে অবশিষ্ট তিনটীর পরিমাণ স্থির হইতে পারে; কিন্তু কেবল তিনটী কোণের পরিমাণ জানিলে ভুজের পরিমাণ স্থির হইতে পারে না; কারণ যদি ক খ গ ত্রিভুজে ক গ ভূমরেখার সমান্তরাল অসংখ্য রেখা অঙ্কিত হয়, তাহা হইলে উহাদের দ্বারা যে সকল ত্রিভুজ ক্ষেত্র উৎপন্ন হইবে তাহাদের কোণগত বৈলক্ষণ্য কিছুই হয় না।

বোধ কর এই চিত্রক্ষেত্রে খ চিহ্নিত স্থানে অবস্থিত কোন ব্যক্তি ক চিহ্নিত স্থান কত দূর জানিতে ইচ্ছা করেন, তাঁহাকে খ স্থান হইতে লম্বভাবে অর্থাৎ ঠিক সরল রেখা ক্রমে গ পর্য্যন্ত আসিয়া প্রোট্রাকটর অর্থাৎ কোণ-মান যন্ত্র দ্বারা খ গ ও ক গ দুই রেখার পরস্পর মিলনে কত বড় কোণ হয় তাহা নির্ণয় করিতে হইবে। ক চিহ্নিত স্থান খ চিহ্নিত স্থানের যত নিকটবর্ত্তী হইবে ক গ খ কোণ তত ক্ষুদ্র হইবে।

এইরূপে যদি খগ রেখার পরিমাণ ১০০ ফুট হয়, এবং কখগ ৯০ অংশ অর্থাৎ সমকোণ হয় আর খগক কোণের পরিমাণ ৪৫ অংশ হয়, তাহা হইলে কখ রেখার পরিমাণ ঠিক ১০০ ফুট হইবে। যদ্যপি কগখ কোণের পরিমাণ ৬০ অংশ হয় তাহা হইলে কখ রেখা ১৭৫ ফুট হইবে। কগখ কোণ যত বড় বা ক্ষুদ্র হউক না কেন কখ রেখার পরিমাণ অনায়াসে স্থিরীকৃত হইতে পারে। ত্রিকোণমিতি দ্বারা এই প্রকার গণনা ফল সকল সহজে প্রাপ্ত হওয়া যায়। এই কখগ ত্রিভুজে যদি খ সমকোণ হয় তাহা হইলে খ কোণ হইতে গ কোণটী অন্তর করিলে যাহা অবশিষ্ট থাকিবে তাহাই ক কোণের পরিমাণ। অর্থাৎ গ কোণ ৭০ অংশ হইলে ক কোণ ২০ অংশ হইবে।

পৃথিবী হইতে চন্দ্রের অন্তর।

এই চিত্রক্ষেত্রে বৃহৎ বৃত্তটীর অন্তর্গত চ চিহ্নে যে ক্ষুদ্র বিন্দুটী আছে উহা চন্দ্র, এবং ঐ বৃত্তের পরিধিতে প চিহ্নিত

[illegible] যে অপেক্ষাকৃত [illegible] বিন্দুটী আছে উহা পৃথিবী। পৃথিবীর আভ্যন্তরিক মধ্যস্থান অর্থাৎ উহার কেন্দ্র হইতে চন্দ্র দেখিলে চন্দ্রকে ক স্থানে দৃষ্ট হইবে, আর উহার উপরি ভাগ হইতে দেখিলে চন্দ্রকে খ স্থানে দৃষ্ট হইবে। ক খ এই দুই স্থানের ব্যবধান এক অংশেরও ন্যূন। এখন ইহা সিদ্ধ আছে, যে যদি একটী সরল রেখা আর একটী সরল রেখাকে ছেদ করে তাহা হইলে ছেদ-বিন্দুর দুই২ দিকে দুই সমান কোণ হইয়া থাকে, অতএব কচখ কোণ, পচফ কোণের সমান হইবে। কখ তলরেখা প ফ তলরেখার সমান; কিন্তু প ফ পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ অর্থাৎ ৪০০০ মাইল; সুতরাং ক খও ৪০০০ মাইল হইবে। পুনশ্চ ক খ কে ১ অংশ বলিয়া ধরা গিয়াছে, অতএব যদি এক অংশে ৪০০০ মাইল হয় তবে বৃহৎ বৃত্তটির পরিধি ৩৬০×৪০০০=১৪৪০০০০ মাইল পরিমিত হইবে এবং উহার ব্যাস

১৪৪০০০০÷৩=* ৪৮০০০০ মাইল হইবে। ব্যাসকে ২ দিয়া ভাগ করিলে ২৪০০০০ মাইল হইবে। সুতরাং স্থূল পরিমাণে পৃথিবী হইতে চন্দ্রের অন্তর ২৪০০০০ মাইল।

---

* কোন বৃত্তের পরিধির পরিমাণকে ৩.১৪১৬ দিয়া ভাগ করিলে ব্যাসের পরিমাণ স্থির হয়।

নিয়মান্তর। যে প্রক্রিয়ার দ্বারা পৃথিবী হইতে চন্দ্রের অন্তর নির্ণয় করা যায় তদ্বারা সূর্য্য ও অন্যান্য গ্রহের অন্তর নির্ণয় করা যাইতে পারে।

৩০ শ ক্ষেত্র

"এই ক্ষেত্রে চ চন্দ্র, ম পৃথিবীর মধ্যস্থান, ক ও খ এক মাধ্যাহ্নিক রেখার উপর দুইটী দর্শন স্থান। ম ক পৃথিবীর-ব্যাসার্দ্ধ ও ম চ পৃথিবী হইতে চন্দ্রের অন্তর এই দুই-কে অ ও আ দুইটী অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ কর; এবং গ ক চ ও চ খ ঘ দুইটী কোণ ক ও খ দুই দর্শন স্থান হইতে চন্দ্রের শিরোবিন্দু অন্তর ইহাদিগকে ই. ও ঈ দ্বারা নির্দ্দেশ কর।

ম চ ক কোণটী ক চিহ্নিত দর্শন স্থানে চন্দ্রের স্থান পরিবর্ত্তন বা লম্বন। ১৪৮ পৃষ্ঠায় ১ম সংখ্যক সমীকরণ দ্বারা মচক কোণের বৃহত্ত্ব এই হইবে। যথা—

$$ল = \frac{অ}{আ} \text{ সাইন } গ.$$

এবং খ চিহ্নিত দর্শনস্থানে চন্দ্রের লম্বন খ চ ম কোণের বৃহত্ত্ব এই হইবে। যথা—

$$ল' = \frac{অ}{আ} \text{ সাইন } ঘ,$$

এই দুইয়ের সমষ্টি করিলে

$$ল + ল' = \frac{অ}{আ}(\text{ সাইন } গ + \text{ সাইন } ঘ)$$

গময কোণটী হইতে ই ঈ নামক দুই কোণের সমষ্টি বিয়োগ করিলে যাহা অবশিষ্ট থাকে তাহা ল+ল′ দুইটী কোণ অর্থাৎ কচখ কোণটীর সমান হয়।

যদ্যপি দর্শনস্থান দুইটী নিরক্ষবৃত্তের উত্তরদক্ষিণে স্থাপিত হয় তাহা হইলে গময কোণটী দুই দর্শনস্থানের অক্ষ * সমষ্টির সহিত সমান হইবে। তাহা হইলে,

$$ল+ল' = ই+ঈ-উ-ঊ$$

এই সমীকরণের ফল পূর্ব্বেকার সমীকরণে ল+ল′ রাশির পরিবর্ত্তে রাখিলে

$$ই+ঈ-উ-ঊ=\frac{অ}{আ}(\text{সাইন } গ+\text{সাইন } ঘ)$$

এই সমীকরণে আ রাশির ফল ব্যক্ত করিতে হইলে

$$আ=অ\times\frac{\text{সাইন } গ+\text{সাইন } ঘ}{ই+ঈ-উ-ঊ}$$

উপরি উক্ত মীমাংসা দ্বারা এই উপলব্ধি হইতেছে যে পৃথিবী হইতে চন্দ্রের বা অন্যান্য জ্যোতিষ্কের অন্তর জানিতে হইলে, পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ, এক মাধ্যাহ্নিকের উপর দুই দর্শনস্থানের অক্ষ, এবং এক সময়ে ঐ দুই দর্শনস্থানের চন্দ্রের শিরোবিন্দুঅন্তর এই তিনটী অগ্রে জানা আবশ্যক। ১৪৯ পৃষ্ঠায় বুঝান গিয়াছে যে $\frac{অ}{আ}$ ভগ্নাংশটী চক্রবালীয় লম্বন অর্থাৎ লম্বনের উর্দ্ধতম ফল। তন্নিমিত্ত চন্দ্রের চক্রবালীয় লম্বন

$$\frac{অ}{আ}=\text{চক্রবালীয়লম্বন}=\frac{ই+ঈ-উ-ঊ}{\text{সাইন}গ+\text{সাইন}ঘ}$$

---

* দুইটী অক্ষ উ ঊ অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ কর।

চন্দ্রের পৃথিবী হইতে অন্তর আর উহার চক্রবালীয় লম্বন পরস্পর অনুপাতীয়; কিন্তু বহুদর্শন দ্বারা নির্ণয় করা গিয়াছে যে চন্দ্রের চক্রবালীয় লম্বন ৫৭′ ৬″ এবং ব্যাসার্দ্ধ পরিমিত চাপে বিকলা সংখ্যা ২০৬২৬৫″; তন্নিমিত্ত $\frac{অ}{আ}$ = $\frac{৫৭′ ৬″}{২০৬২৬৫″}$

এবং অ পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ প্রায় ৩৯৫৬ মাইল, এতদ্দ্বারা আ রাশির ফল ধার্য্য করিতে হইলে

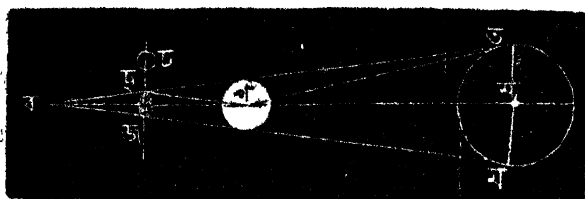
আ = ২৩৮১৭৪ মাইল।

সূক্ষ্ম পরিমাণে পৃথিবী হইতে চন্দ্রের অন্তর ২৩৭৬২৭ মাইল।

চন্দ্রের ব্যাস পরিমাণ।

কোন দৃশ্যমান বস্তুর দূরতা নির্ণয় করিতে হইলে তাহার স্থূলতা ও দূরতাকে কোন নির্ণীত স্থূলতা ও দূরতার সহিত তুলনা করিতে হয়। চন্দ্রের দূরতা ও স্থূলতা জানিতে হইলে যে বস্তুর স্থূলতা ও দূরতা জানা আছে তাহার সহিত উহার পরিমাণ করিতে হইবে। দুই গাছি সূক্ষ্ম সূত্র দুই খানি কাষ্ঠখণ্ডে এরূপ সমান্তরাল ভাবে সম্বন্ধ কর যে সূত্রদ্বয়ের মধ্যের পরিসর এক ইঞ্চি হয়; এবং ঐ সূত্রদ্বয় এমত দূরে রাখ যে উহাদের মধ্য দিয়া দৃষ্টিপাত করিলে একগাছি সূত্র চন্দ্রের উচ্চতম এবং অপর সূত্রগাছি উহার অধস্তম বিন্দু সংস্পর্শ করে, তাহা হইলে সূত্রদ্বয়ের পরস্পর অন্তর চন্দ্রের দৃশ্যমান ব্যাসের মান হইবে। দূরবর্ত্তী পদার্থের দৃশ্যমান আকৃতি দেখিয়া উহার প্রকৃত আকৃতি স্থির করিতে হইলে ঐ পদার্থ

আমাদের চক্ষু হইতে কত অন্তর, আমরা অগ্রে উহা বিবেচনা করিয়া থাকি, এবং সেই অন্তর বুঝিয়া প্রকৃত আকৃতি অনুভব করি। যে স্থান হইতে ঐ সূত্রদ্বয়ের মধ্যগত পরিসর চন্দ্রের দৃশ্যমান ব্যাসের সহিত সমান দেখাইবে সেই স্থান পরীক্ষা দ্বারা স্থির হইয়াছে যে পর্য্যবেক্ষকের চক্ষু হইতে ১২০ ইঞ্চি দূর, ও চন্দ্র চক্ষু হইতে ২,৪০,০০০ মাইল দূর। ইহাতে চন্দ্রের ব্যাস অনায়াসে স্থিরীকৃত হয়। এই চিত্রক্ষেত্রে বোধ কর ব পর্য্যবেক্ষকের চক্ষু, ছ জ দুই গাছি সূত্রের মধ্যগত ব্যব-

৩৮ শ চিত্রক্ষেত্র।

ধান, ম চন্দ্র। এই চিত্রক্ষেত্র দেখিলে স্পষ্ট প্রতীতি হইবে যে ভ ছ ব, ও ম জ ব রেখার পরস্পর যোগে ভ ব ম ত্রিকোণ হইয়াছে। ভ ব ও ম ব দুইটী ভুজ, ভ ম তলরেখা অর্থাৎ চন্দ্রের ব্যাস; সুতরাং ছ ব ঃ ছ জ = ভ ব ঃ ভ ম, কিন্তু ছ ব, ছ জ অপেক্ষা ১২০ গুণ বেশী; এজন্য ভ ব, ভ ম অপেক্ষা ১২০ বেশী হইবে। যেহেতু ভ ব ২,৪০,০০০ মাইল, অর্থাৎ ২,০০০ হাজারের ১২০ গুণ বেশী; এজন্য ভ ম অর্থাৎ চন্দ্রের ব্যাস স্থূল পরিমাণে ২,০০০ মাইল।

নিয়মান্তর। পৃথিবী হইতে চন্দ্রের অন্তর জানিতে পারিলে চন্দ্রের ব্যাস সহজে জানা যায়। এই বিষয় সম্পন্ন করিবার জন্য চন্দ্রের দৃশ্যমান ব্যাসে কত কলা ও বিকলা

আছে তাহা নিরূপণ করিয়া নিম্ন লিখিত অনুপাতানুসারে প্রক্রিয়া করিতে হয়। যথা,-

চন্দ্রের ব্যাসের মাইল পরিমাণ : চন্দ্রের দূরত্বের মাইল পরিমাণ :: চন্দ্রের ব্যাস বিকলায় : ব্যাসার্দ্ধ পরিমিত চাপে বিকলা সংখ্যা।

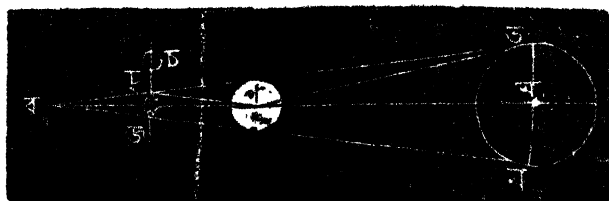
বহুদর্শন দ্বারা জানা গিয়াছে যে চন্দ্রের ব্যাস ৩১′ ৮″. ৮; এবং পূর্ব্বোক্ত অনুপাতে এই ফল প্রতি-নিধি রূপে রাখিলে;-

চন্দ্রের ব্যাস : ২৩৭৬২৭ মাইল :: ১৮৬৮″. ৮ : ২০৬২৬৫″;

অতএব চন্দ্রের ব্যাস $= \frac{২৩৭৬২৭ \times ১৮৬৮.৮}{২০৬২৬৫} =$ ২১৫৩ মাইল

চান্দ্র গ্রহণ।

সূর্য্য তেজোময় ও পৃথিবী অপেক্ষা বৃহৎ এজন্য সূর্য্যের আলোকে পৃথিবীর যে ছায়া পড়ে তাহা সূচ্যাকার।

৩২শ চিত্রক্ষেত্র

এই চিত্রক্ষেত্রে স প ব রেখা (যাহা সূর্য্য ও পৃথিবীর কেন্দ্র সংযোগ করিয়া পৃথিবীর ছায়ার শেষ সীমা পর্য্য

করিয়াছি।) রবিমার্গের সমতল এবং ভূচ্ছায়ার মেরুদণ্ড অর্থাৎ প ব যে বিন্দুতে রবিমার্গকে ছেদ করিয়াছে, ঐ বিন্দু সূর্য্যের ঠিক সম্মুখে ১৮০ আবিমাংশ অন্তরে পড়ে। যদি চন্দ্র পৃথিবী পরিভ্রমণকালীন রবিমার্গের সমতলে গমন করিত তাহা হইলে চন্দ্র প্রতিমাসে ভূচ্ছায়া-মধ্যে দিয়া গমন করিত; কিন্তু চান্দ্রকক্ষা রবিমার্গ হইতে ৫° ৮′ ৪৮″ অবনত হইয়া আছে; এজন্য চন্দ্র কখন বা রবিমার্গের ঊর্দ্ধে এবং কখন বা তাহার নীচে থাকে কিন্তু কোন কালেই উহা হইতে ৫° ৮′ ৪৮″ র দূরে যায় না। চন্দ্র ছ জ ছায়ার মধ্য দিয়া গমন না করিলে কখনই গ্রহণ ঘটিতে পারে না। চন্দ্র গ্রহণ বিষয়ক যাবতীয় বৃত্তান্ত অবগত হইতে হইলে ভূচ্ছা-য়ার দীর্ঘতা, প ব ও ছায়ার ব্যাস ছ জ পরিমাণ করা অগ্রে আবশ্যক।

যদ্যপি প ব ভ কোণার্দ্ধটীর পরিমাণ জানা যায় তাহা হইলে ছায়ার দীর্ঘতা অনায়াসে অবগত হওয়া যাইতে পারে।

পবভ অর্থাৎ ছায়ার কোণার্দ্ধটী ক ও পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ অ অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ করিয়া প বিন্দুকে কেন্দ্র করিয়া প ব রেখা পর্য্যন্ত বৃত্ত অঙ্কিত করিলে, ত্রিকোণমিতি দ্বারা,

$$বপ : অ :: ২০৬২৬৫'' : ক$$

$$বপ = অ \times \frac{২০৬২৬৫}{ক} \quad (১)$$

ক বা পবভ কোণ = বপভ − পভব

যদি সপভ কোণ=সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাসার্দ্ধ স অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ করা যায়; আর পভব = সূর্য্যের চক্রবালীয় লম্বন ল অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ করা যায়; তাহা হইলে,

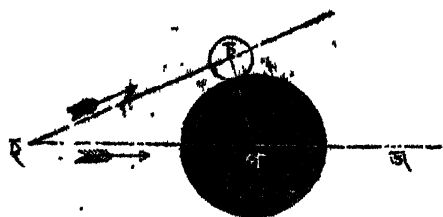
ক = স – ল (২)

এই সমীকরণের ফল ১ম সংখ্যাক সমীকরণের পরিবর্ত্তে রাখিলে,

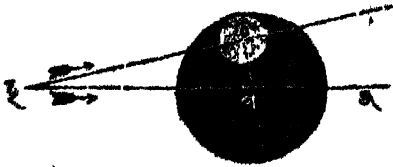
$$\text{পৃথিবীর ছায়ার দীর্ঘতা} = \text{অ} \times \frac{২০৬২৬৫}{\text{স} - \text{ল}} \qquad (৩)$$

সূর্য্যের মধ্যব্যাস (যাহা পৃথিবী হইতে দেখা যায়) ১৯২৩″ এবং পৃথিবীর মধ্যব্যাস (যাহা সূর্য্য হইতে দেখা যায়) ১৭″। তন্নিমিত্তে স – ল = ৯৫৩″; তবেই (৩য় সংখ্যাক সমীকরণে) পৃথিবীর ছায়ার পরিমাণ পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ অপেক্ষা ২১৬.৪ গুণ বেশী। কিন্তু পৃথিবী হইতে চন্দ্রের অন্তর পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ অপেক্ষা ৫৯.৯ গুণ বেশী, এজন্য চন্দ্র যদি পৌর্ণমাসীর সময়ে ছায়ার উর্দ্ধে অথবা নীচে না থাকে তাহা হইলে অবশ্য উহার মধ্য দিয়া গমন করিবে।

ছপব কোণ = পছভ – পবভ

আর ছপব কোণকে যদি ড অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ করা যায় এবং পছভ চন্দ্রের চক্রবালীয় লম্বন ন অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশিত হয়, তাহা হইলে ড = ন – পবভ। এইক্ষণে পবভ = ক = স – ল, ∴ ছায়ার অর্দ্ধ কোণ যাহার পরিমাণ ড = ন – ক = ন – স + ল; যেহেতু (২য় সমীকরণে) ক = স – ল। তবেই ছায়ার কোণার্দ্ধ = সূর্য্যের লম্বন + চন্দ্রের লম্বন – সূর্য্যের ব্যাসার্দ্ধ।

এই চিত্রক্ষেত্রে ছ জ রবিমার্গ (ছ চ চন্দ্রের কক্ষা বড় বৃত্তটী ভূচ্ছায়া, ও ক্ষুদ্র বৃত্তটী চন্দ্র। ইহা প্রতীয়মান হইতেছে যে চ প রেখা (যাহা ভূচ্ছায়া ও চন্দ্রের কেন্দ্র সংযোগ করিয়াছে) যদি ভূচ্ছায়া ও চন্দ্রের ব্যাসার্দ্ধের সহিত সমান হয় তাহা হইলে চন্দ্র অবশ্যই ভূচ্ছায়া স্পর্শ করিবে এবং চন্দ্রের গমনানুসারে আংশিক বা পূর্ণ গ্রহণ ঘটিবে। পূর্ণ গ্রহণ হইলে ছায়ার ব্যাসার্দ্ধ হইতে চন্দ্রের ব্যাসার্দ্ধ অন্তর করিলে যাহা অবশিষ্ট থাকে তাহার সহিত চ প রেখাটী সমান হয়। এবিষয় নিম্ন প্রদর্শিত চিত্রক্ষেত্র দেখিলে স্পষ্ট বোধ হইবে।

প্রতিজ্ঞা।

১ম। ভূচ্ছায়ার কেন্দ্র হইতে চন্দ্রের কেন্দ্র পর্য্যন্ত যে অন্তর তাহা ভূচ্ছায়া ও চন্দ্রের ব্যাসার্দ্ধ সমষ্টি ফলের ... হইতে পারে না।

২য়। চন্দ্রের কেন্দ্র হইতে ছায়ার কেন্দ্রের যে অন্তর তাহা ছায়া ও চন্দ্রের ব্যাসার্দ্ধের বিয়োগ ফলের অপেক্ষা ন্যূন অথবা উভয় সমান না হইলে পূর্ণ গ্রহণ হইতে পারে না।

চন্দ্র গ্রহণ ঘটিত সম্পাদ্য।

১ম। চন্দ্রগ্রহণ কখন ঘটিতে পারে তাহা নিরূপণ করিতে হইবে।

পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে চন্দ্রের কেন্দ্র হইতে ভূচ্ছায়ার কেন্দ্রের যে অন্তর তাহা চন্দ্র ও ভূচ্ছায়ার ব্যাসার্দ্ধ সমষ্টি ফলের ন্যূন না হইলে গ্রহণ ঘটিতে পারে না। যদি চন্দ্রের ব্যাসার্দ্ধকে ব অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ করা যায়, তাহা হইলে চন্দ্রগ্রহণকালে চন্দ্রের কেন্দ্র হইতে ভূচ্ছায়ার কেন্দ্রের অন্তর ল + ন – স + ব অপেক্ষা ন্যূন হইবে।

চন্দ্রগ্রহণ ঘটিলে পূর্ণিমার সময়ে চন্দ্রের কেন্দ্র হইতে ভূচ্ছায়ার কেন্দ্রের যে অন্তর তাহা অবশ্য নিম্ন লিখিত কোণের ক্ষুদ্রতম ফল অপেক্ষা ন্যূন হইবে। চন্দ্রকক্ষা রবিমার্গ হইতে তির্য্যক্‌ভাবে থাকাতে যে কোণ জন্মে তাহার পরিমাণ অতি অল্প বলিয়া চন্দ্রের অক্ষ (ক্ষ) চন্দ্রের কেন্দ্র হইতে ভূচ্ছায়ার কেন্দ্রের অন্তরের পরিবর্ত্তে রাখিলে, ক্ষ অর্থাৎ চন্দ্রের অক্ষ ল + ন – স + ব র ন্যূন হইবে।

ল+ন – স কোণের ক্ষুদ্রতম ফল ৩৭′ ৪৯″.২, এবং চন্দ্রের

দূর কক্ষাংশ সময়ে উহার ব অর্থাৎ ব্যাসার্দ্ধের ক্ষুদ্রতম পরিমাণ ফল ১৪′ ৪৯″.৬; এই দুইয়ের সমষ্টি করিলে জানা যায় যে চন্দ্রের অক্ষ ৫২′ ৩১″.৫ অপেক্ষা ন্যূন। পূর্ণিমাকালে চন্দ্রের অক্ষ উক্ত রাশি অপেক্ষা ন্যূন হইলে অবশ্য গ্রহণ ঘটিবে।

২য়। চান্দ্রগ্রহণ হওয়া কখন অসম্ভব তাহা নির্ণয় করিতে হইবে।

পূর্ণিমার সময়ে চন্দ্রের অক্ষ ল + ন − স + ব র উর্দ্ধতম ফলের বেশী হইলে চান্দ্রগ্রহণ ঘটিতে পারে না।

ল + ন − স র উর্দ্ধতম ফল ৪৪′ ৩৭″, এবং ব র উর্দ্ধতম ফল ১৬′ ২৪″.৬; এই দুইয়ের সমষ্টি করিলে জানা যায় যে পূর্ণিমার সময় চন্দ্রের অক্ষ ১° ১′ ১″.৬ অপেক্ষা বেশী হইলে কখনই গ্রহণ ঘটিতে পারে না।

৩য়। পূর্ণ চন্দ্রগ্রহণ কখন ঘটিতে পারে তাহা নির্ণয় করিতে হইবে।

পূর্ণিমার সময়ে চন্দ্রের অক্ষ ভূচ্ছায়ার কোণ এবং ব্যাসার্দ্ধের ব্যবকলনের লঘিষ্ঠ ফলের ন্যূন না হইলে পূর্ণ চন্দ্রগ্রহণ ঘটিতে পারে না। অর্থাৎ ল + ন − স − ব র লঘিষ্ঠ ফল অপেক্ষা ঋ ন্যূন হইবে।

এই কোণে দুইটী অংশ আছে, ন − ব এবং ল − স; এই দুইয়ের মধ্যে পূর্ব্বোক্ত অংশটী নিশ্চিত এবং চন্দ্রের অন্তরের সহিত বিলোমানিয়পাত্তিক্রমে পরিবর্ত্তিত হয় এবং শেষ অংশটী অনিশ্চিত এবং সূর্য্যের দূরত্বের সহিত বিলোমনিয়পাত্তিক্রমে পরিবর্ত্তিত হয়।

চন্দ্রের দূর কক্ষাংশ সময়ে,

ন — ব = ৫৩′ ৫৮″.৩ — ১৪′ ৪২″.৩

পৃথিবীর নিকট কক্ষাংশ সময়ে,

ল — স ৪″.৭ — ১৬′ ১৭″.৮

ইহাদের সমষ্টি করিলে জানা যায় যে পূর্ণিমা কালে চন্দ্রের অক্ষ ২৩′ ৬″.৯ অপেক্ষা ন্যূন হইলে অবশ্যই পূর্ণ চন্দ্রগ্রহণ হইবে।

৪র্থ। পূর্ণ চন্দ্রগ্রহণ কখন অসম্ভব তাহা নির্ণয় করিতে হইবে।

যখন ল + ন — স — ব র ঊর্দ্ধতম ফল অপেক্ষা ক্ষ বেশী হয় তখন পূর্ণ চন্দ্রগ্রহণ হওয়া অসম্ভব।

যখন চন্দ্র নিকট কক্ষাংশে অবস্থিতি করে ও পৃথিবী দূর কক্ষাংশে অবস্থিতি করে, তখন ল + ন — স — ব র ঊর্দ্ধতম ফল প্রাপ্ত হওয়া যাইতে পারে।

চন্দ্রের নিকট কক্ষাংশ সময়ে,

ম — ব = ৬০′ ১৩″.৭ — ১৬′ ২৪″.৬

পৃথিবীর দূর কক্ষাংশ সময়ে,

ল — স = ৮″.৩ — ১৫′ ৪৫′

এতদ্দ্বারা প্রতীত হইতেছে যে পূর্ণিমার সময়ে চন্দ্রের অক্ষ ২৮′ ১২″.৪ অপেক্ষা বেশী হইলে পূর্ণ চন্দ্রগ্রহণ ঘটিতে পারে না।

পৃথিবী হইতে চন্দ্র যত দূর, ভূচ্ছায়া তাহার প্রায় সার্দ্ধ ত্রিগুণ অধিক দূর বিস্তৃত, এবং ঐ ছায়ার যে প্রদেশে চন্দ্র প্রবেশ করে তাহার পরিসর চন্দ্রব্যাসের প্রায় তিনগুণ। চন্দ্রবিম্ব যখন সম্যক্রূপে ছায়া মধ্যে প্রবিষ্ট হয়, তখন পূর্ণ গ্রহণ হয়। যখন তাহার এক অংশমাত্র ছায়াতে

আচ্ছন্ন হয় তখন আংশিক গ্রহণ হয়। যে গ্রহণকালে চন্দ্র ভূচ্ছায়ার মধ্য-রেখা ভেদ করিয়া গমন করে তাহাকে কেন্দ্রীয় গ্রহণ কহা যায়। ছায়া প্রবেশকে গ্রাসারম্ভ এবং তাহা হইতে বহির্গমনকে মুক্তি কহা যায়। গ্রাসারম্ভাবধি মুক্তি পর্য্যন্ত সময়কে গ্রহণের ভোগ বলা যায়। ভূচ্ছায়ার উভয়পার্শ্বে সূর্য্যের কতিপয় তির্য্যক্-গামি রশ্মি পৃথিবী দ্বারা অবরুদ্ধ হওয়াতে কিয়ৎস্থানের যে ম্লান দীপ্তি হয় তাহাকে ভূীষচ্ছায়া কহা যায়। গ্রাসারম্ভের পূর্ব্বে চন্দ্র ঐ ভূীষচ্ছায়াতে প্রবেশ করে এনিমিত্ত এককালে দীপ্তি শূন্য না হইয়া ক্রমশঃ ম্লান হইতে থাকে; এবং মুক্তি কালীনও একেবারে পুনর্দীপ্তিমান না হইয়া ম্লানরূপে নিঃসৃত হয়, এবং ক্রমশঃ সূর্য্যের উজ্জ্বল আলোক প্রাপ্ত হয়। চন্দ্রগ্রহণ সময়ে চন্দ্র দীপ্তি শূন্য হয়, এজন্য সেই সময়ে যে যে স্থানে চন্দ্রের উদয় থাকে, অর্থাৎ পৃথিবীর যে যে স্থানে তখন চন্দ্র দৃষ্ট হয় সেই সেই স্থানে যুগপৎ একই প্রকার গ্রহণ দর্শন হয়। ভূচ্ছায়া অপেক্ষা চন্দ্র দ্রুতগামী, এবং উভয়েরই পশ্চিম হইতে পূর্ব্বদিকে গতি; এজন্য চন্দ্রবিম্বের পূর্ব্বভাগ অগ্রে ভূচ্ছায়ায় প্রবিষ্ট হয়, এবং ঐ ভাগই সর্ব্বাগ্রে ছায়া হইতে বহির্গত হয়। চন্দ্র ভূচ্ছায়াতে সম্পূর্ণরূপে প্রবিষ্ট হইলেও অল্প প্রভাবিশিষ্ট তাম্রবর্ণরূপে দৃশ্যমান হয়। ইহার কারণ জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিতেরা অনুমান করেন যে কিয়ৎ সূর্য্যরশ্মি ভূবায়ুমধ্যে প্রবেশ করতঃ ছিন্ন, বক্রগতি, এবং ম্লান হইয়া চন্দ্রবিম্বে প্রতিগমন পূর্ব্বক তাহাকে কিঞ্চিৎ প্রভাবিশিষ্ট করে।

৩৫ শ চিত্রক্ষেত্র

চন্দ্রগ্রহণ কিরূপে সংঘটন হয় তাহা এই চিত্রক্ষেত্র দৃষ্টি করিলে স্পষ্ট বোধ হইবে। সূ, চ, পৃ পূর্ব্ববৎ সূর্য্য, চন্দ্র ও পৃথিবী, ব চ র চন্দ্রের কক্ষা, খ গ থ ভূচ্ছায়া: ইহার সমস্ত অংশ সূর্য্য রশ্মি শূন্য হইয়াছে। ভুচ্ছায়ার উভয় পার্শ্বে খ জ, খ গ, ধ ঝ, থ গ রেখা চতুষ্টয়ের অন্তর্গত স্থানে সূর্য্যের কিয়ৎ তির্য্যক-রশ্মি অবরুদ্ধ হওয়া প্রযুক্ত ভূ্যবচ্ছায়া পতিত হইয়াছে। গ্রাসারম্ভে ও গ্রাসান্তে চন্দ্র ইহার মধ্যে প্রবেশপূর্ব্বক ম্লানরূপে প্রকাশ পায়। চন্দ্রবিম্ব খ গ থ অঙ্কিত ভূচ্ছায়ার পৃ গ চিহ্নিত মধ্য রেখার পার্শ্ববর্ত্তী হইয়া ভূচ্ছায়াতে সম্পূর্ণরূপে প্রবিষ্ট হইলে পূর্ণগ্রহণ হয়। ঐ রেখা ভেদ করিয়া গমন করিলে (যথা চ) কেন্দ্রীয় পূর্ণগ্রহণ হয়। আর চন্দ্র স্বীয় পাত হইতে যত অধিক অন্তরে স্থিতি করে, তাহার তত অল্প ভোগী ও আংশিক গ্রহণ হয়। পাত হইতে যে পরিমাণে দূরে থাকিলে গ্রহণ হয় না সে পরিমাণ ও পণ্ডিতেরা নির্দ্দিষ্ট করিয়াছেন। সম্বৎসরের মধ্যে সূর্য্যগ্রহণ

অন্ততঃ দুইবারও হইতে পারে, এবং চন্দ্রগ্রহণ একবার না হওয়াও অসম্ভাবিত নহে। ঐ কালের মধ্যে উর্দ্ধ সংখ্যা পাঁচ সূর্য্যগ্রহণ ও দুই চন্দ্রগ্রহণ সংঘটন হইতে পারে। যদিও চন্দ্রগ্রহণ অপেক্ষা সূর্য্যগ্রহণের সংখ্যা অধিক, তথাপি চন্দ্রগ্রহণ এককালে ভূমণ্ডলের অর্দ্ধভাগে দৃষ্ট হওয়াতে এবং সূর্য্যগ্রহণ পৃথিবীর কিয়দংশমাত্রে দৃষ্টিগোচর হয় বলিয়া, সূর্য্যগ্রহণ অপেক্ষা লোকে চন্দ্রগ্রহণ অধিক দেখিতে পায়। চন্দ্র অমাবস্যার সময় ১৭° ২১′ পাতস্থানের নিকটবর্ত্তী থাকিলে সূর্য্যগ্রহণ, এবং পৌর্ণমাসীতে ১১° ৩৪′ নিকট থাকিলে চন্দ্রগ্রহণ হইতে পারে। চন্দ্রের এরূপ অবস্থান না হইলে গ্রহণ হইতে পারে না।

চন্দ্রের পাত যদি স্থির থাকিত, তবে প্রতিবৎসর একই সময়ে গ্রহণ হইত; কিন্তু ঐ পাত পূর্ব্ব হইতে পশ্চিম দিকে সূর্য্যকে প্রায় ১৮ বৎসর ২২৮ দিন ৬ ঘোরায় একবার প্রদক্ষিণ করে, এজন্য ঐ সময়ান্তে চন্দ্রপাত স্বস্থানে প্রত্যাগত হয়, সুতরাং প্রত্যেক ১৮ বৎসর ২২৮ দিন ৬ ঘোরায় চন্দ্র সূর্য্যের গ্রহণ প্রায় সমানরূপে ও সমান দিবসে হইয়া থাকে। কালডীয় জাতীয় লোকেরা এই স্থূল নিয়ম দ্বারা গ্রহণ গণনা করিত। সূর্য্যগ্রহণ কালীন চন্দ্রবিম্ব দ্বারা সূর্য্যরশ্মি অবরুদ্ধ হইয়া পৃথিবীতে ছায়াপাত হয়, সেই ছায়াবৃত অংশ চন্দ্রলোকে অদৃশ্য হইয়া সেখানে পৃথিবীর আংশিক গ্রহণ প্রতীত হয়। ৩৮শ চিত্রক্ষেত্রে পৃথিবী পৃষ্ঠে গ ঘ অঙ্কিত স্থানে চন্দ্রছায়া লগ্ন হইয়াছে। এমত ঘটনাতে ঐ ছায়াবৃত স্থানের সম্মুখস্থ চন্দ্রলোকবাসীরা তৎকালে পৃথিবীর আংশিক গ্রহণ দৃষ্টি

করে। কিন্তু পৃথিবীর স্থূলতা ও সেই ছায়াখণ্ডের ক্ষুদ্রতা প্রযুক্ত তাহা এক সচল কলঙ্কের ন্যায় বোধহয়।

পৃথিবী অপেক্ষা বৃহস্পতি ও শনি প্রভৃতি দূরবর্ত্তী গ্রহলোকে গ্রহণ ঘন ঘন হইয়া থাকে, বৃহস্পতির চারি চন্দ্র, শনির অষ্ট চন্দ্র, এবং হর্শেল গ্রহের অষ্ট চন্দ্র ইহাতে ঐ সকল গ্রহলোকে সূর্য্যের গ্রহণ ও স্ব২ চন্দ্রের গ্রহণ সর্ব্বদাই দৃষ্ট হয়, এবং জ্যোতির্ব্বিৎ পণ্ডিতেরা তাহা সুসূক্ষ্মরূপে গণনা করিতে পারেন, ও দূরবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা তাহাদিগের চন্দ্রের গ্রহণ উপলব্ধি করিয়া থাকেন।

কেবল যে চন্দ্রের ব্যবধান দ্বারা সূর্য্যগ্রহণের উৎপত্তি হয় এমত নহে; যদি সূর্য্য ও কোন দূরবর্ত্তী গ্রহের মধ্যে সূর্য্যের নিকটবর্ত্তী কোন গ্রহ উপস্থিত হয় তবে ঐ সমীপবর্ত্তী গ্রহ দ্বারা সূর্য্যরশ্মি অবরুদ্ধ হইয়া দূরবর্ত্তী গ্রহলোকে সূর্য্য গ্রহণ সংঘটিত হয়। কিন্তু গ্রহবেষ্টয়িতা চন্দ্রের অপেক্ষা সূর্য্যবেষ্টয়িতা গ্রহের ভ্রমণ কাল অধিক, এনিমিত্ত পূর্ব্বোক্ত প্রকার গ্রহণের সংঘটন অতি বিরল। বুধ ও শুক্রগ্রহ অনেকবার পৃথিবী ও সূর্য্যের সমসূত্রে পড়িয়াছিল; কিন্তু তাহারা পৃথিবী হইতে বহু অন্তর এই প্রযুক্ত চন্দ্রের ন্যায় তাহাদিগের ছায়া পৃথিবী পৃষ্ঠ পর্য্যন্ত বিস্তৃত হয় নাই, সুতরাং তদ্দ্বারা ভূমণ্ডলের কোন অংশ আক্রান্ত হয় নাই, কেবল সেই মধ্যবর্ত্তী গ্রহ সূর্য্যবিম্বোপরি এক সচল কলঙ্করূপে উপলব্ধি হইয়াছিল। খৃষ্টীয় শকের ১৭৬১ অব্দে শুক্র দ্বারা, এবং ১৮৪৫ অব্দের ৮ ই মে দিবসে বুধ দ্বারা এইরূপ আংশিক সূর্য্য গ্রহণ হইয়াছিল।

এইরূপ এক গ্রহ দ্বারা অন্য গ্রহেরও গ্রহণ হইয়া থাকে। খৃষ্টীয় শকের ৭৩৭ অব্দে ১৭ ই মে দিবসে শুক্র দ্বারা বুধের, ১৫৯১ বর্ষে ৯ ই জানুয়ারিতে মঙ্গল দ্বারা বৃহস্পতির এবং ১৮২৫ বর্ষে ৩০ এ অক-টোবর দিবসে চন্দ্র দ্বারা শনির গ্রহণ হইয়াছিল। কিন্তু এই সকল গ্রহের গ্রহণ দীর্ঘকাল অন্তরে সংঘটন হয় কারণ তাহাদিগের পরস্পর সমসূত্রপাতে স্থিতি অতি দুর্ঘট। প্রায় ৪৩০০ বৎসর পূর্ব্বে পৃথিবী, মঙ্গল, শনি, বৃহস্পতি ও হর্শেল এই পঞ্চ প্রধান গ্রহ সমসূত্রে অবস্থিত হইয়াছিল, আর ১১৮৬ খৃঃ অঃ ১৫ই সেপটেম্বরে কন্যা এবং তুলা রাশিতে ঐ রূপ গ্রহসঙ্গম পুনর্ব্বার হইয়াছিল। ১৮০১ খৃঃ অঃ সিংহ রাশিতে চন্দ্র, বৃহস্পতি, শনি এবং শুক্রের সঙ্গম হইয়াছিল। পৃথিবীর ছায়া দ্বারা যে চন্দ্রগ্রহণ হয় তাহাও আমাদিগের পূর্ব্বকালীন লোকদিগের অবিদিতছিল না। তাহার প্রমাণ, যথা-

ছাদকো ভাস্করস্যেন্দুরধঃ স্থো ঘনবদ্ভবেৎ।
ভূচ্ছায়াং প্রাঙ্‌মুখশ্চন্দ্রো বিশত্যর্থো ভবেদসৌ॥

গ্রহণের উৎপত্তি বিষয়ক অনেকগুলি অপ্রকৃত ও ভ্রমসঙ্কুল মত আছে, তৎপ্রভাবে অনেকের মনে গ্রহণ ঘটিত নানা আশঙ্কার উদয় হইয়া থাকে। কোন অসা-ধারণ কারণ দ্বারা ইহার ঘটনা হয়, এবং ইহার দ্বারা চন্দ্র বা সূর্য্য বা পৃথিবীর অমঙ্গল ঘটে, অনেক জাতীয় লোকের এইরূপ বিশ্বাস পূর্ব্বে ছিল এবং অদ্যাপি আছে। পূর্ব্বে রোমানেরা চন্দ্রগ্রহণকালে তাহাকে যাতনাগ্রস্থ মনে করিয়া তাহার সেই ক্লেশ শান্তি জন্য

চাক্কল যন্ত্র সকল বাদ্য করিত, এবং উচ্চৈঃস্বরে তুমুল ধ্বনি করিত। তাহাদিগের মধ্যে কতক লোকের এই বিশ্বাস ছিল যে কুহকজীবী লোকেরা চন্দ্রকে আকাশ হইতে প্রচ্যুত করিয়া দুর্ব্বাক্ষেত্রে চারণ করিয়াছিল, এবং তাহাদিগেরই কুহক দ্বারা চন্দ্রগ্রহণের সংঘটন হয়। সে দেশে চন্দ্রগ্রহণের বাস্তবিক কারণ কি এবিষয় প্রকাশ্যরূপে আলোচনা করিতে নিষেধ ছিল।

চীনদিগের এই বিশ্বাস যে, ভয়ঙ্কর সর্প সকল চন্দ্র সূর্য্যকে গ্রাস করে, তাহাতেই তাহাদিগের গ্রহণ হয়। গ্রহণকালে গ্রাসকারী সর্পকে তাড়না জন্য তাহারা ঢক্কা বাদন করে।

আমেরিকা খণ্ডের অন্তঃপাতী মেক্সিকো দেশীয় লোকেরা গ্রহণকালে উপবাসী থাকে। তাহাদিগের বিশ্বাস এই যে, চন্দ্র সূর্য্যের পরস্পর বিবাদ প্রযুক্ত সূর্য্যকর্ত্তৃক চন্দ্র আহত হইয়াছে, এনিমিত্তে তাহারা বিশেষতঃ তদ্দেশীয় স্ত্রীলোকেরা আপনাদিগের প্রতি কটু বাক্য প্রয়োগ করে, এবং বাহু ও অন্য অন্য অঙ্গ প্রহার করিয়া তাহা হইতে রক্ত নির্গত করে।

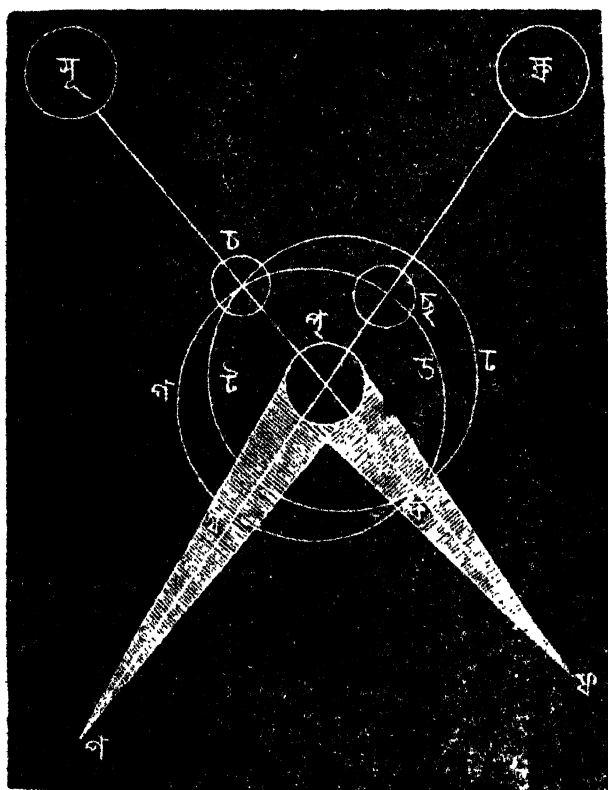
এদেশীয় সিদ্ধান্ত জ্যোতির্ব্বেত্তা ভিন্ন সামান্যলোকের যদ্রূপ বিশ্বাস তাহা প্রসিদ্ধই আছে। দৈত্য রাহু চন্দ্র সূর্য্যকে শত্রুভাবে গ্রাস করে। এই চাণ্ডাল রাহু গগনবিহারী চন্দ্র সূর্য্যকে স্পর্শ করিলে পৃথিবীতে মনুষ্যেরও অশৌচ হয়। গ্রাসারম্ভ কালে মরণাশৌচ এবং মুক্তি কালে জননাশৌচ হয়, তাহাতে স্নান ব্যতিরেকে শুচি হয় না। তদ্ভিন্ন গ্রহণকালে রাহুর বর্ণ অনুসারে পৃথিবীতে অনেক প্রকার শুভাশুভ ঘটনা হয়।

ইউরোপ খণ্ডে বিদ্যার প্রভাবে এতাদৃশ সংস্কার সকল এইক্ষণে লুপ্তপ্রায় হইয়াছে। অপরাপর স্থানেও প্রকৃত জ্যোতিষ সম্যক রূপে প্রচার হইলে কল্পিত জ্যোতিষ দূরীকৃত হইবে — সিদ্ধান্তজ্ঞান বিকীর্ণ হইলে কল্পিতের তিমির মোচন হইবে।

প্রতি অমাবস্যা ও পূর্ণিমাতে গ্রহণ না হইবার কারণ।

ষট্‌ত্রিংশ চিত্রক্ষেত্র দর্শন করিলে উপলব্ধি হইবে যে চন্দ্র অমাবস্যাতে সূর্য্য ও পৃথিবীর মধ্যস্থানে প্রবেশ করে, এবং পৃথিবী পূর্ণিমাতে চন্দ্র ও সূর্য্যের মধ্যবর্ত্তী হয়। পৃথিবী স্বয়ং নিস্তেজ এবং গোলাকার, এপ্রযুক্ত তাহার যে ভাগ সূর্য্যরশ্মি দ্বারা প্রকাশিত হয়, তাহার বিপরীত ভাগে সূচ্যাকার ছায়া পাত হয়। এই ভূচ্ছায়া মধ্যে চন্দ্র প্রবেশ করিলে উহা ক্রমশঃ মলিন হইতে থাকে; ইহাকেই চন্দ্র গ্রহণ বলা যায়। পূর্ণিমাতে এইরূপ ঘটনা সম্ভাবনা অতএব পূর্ণিমাতেই চন্দ্রগ্রহণ হইতে পারে। চন্দ্র যখন সূর্য্য ও পৃথিবীর মধ্যবর্ত্তী হইলে সূর্য্যরশ্মি অবরুদ্ধ হয়, তাহাকেই সূর্য্যগ্রহণ বলা যায়। অর্কেন্দু সঙ্গমে অর্থাৎ অমাবস্যাতে যখন সূর্য্য চন্দ্র ও পৃথিবী সমসূত্রে সংস্থিত হয়, তখন সূর্য্যগ্রহণ হইবার সম্ভাবনা। চন্দ্রকক্ষা ও ভূকক্ষা যদি সমতলস্থিত হইত, তবে প্রতি পূর্ণিমাতে চন্দ্রগ্রহণ ও প্রতি অমাবস্যাতে সূর্য্যগ্রহণ সংঘটিত হইত; কারণ তত্তৎকালে সূর্য্য চন্দ্র পৃথিবী সমসূত্রে স্থিতি

যাতে চন্দ্র দ্বারা সূর্য্যবিম্ব আচ্ছন্ন বা ভূচ্ছায়া দ্বারা চন্দ্রবিম্ব দীপ্তিশূন্য হইত। কিন্তু চন্দ্রকক্ষা ও পৃথিবীকক্ষা সমতল নহে, এই দুই কক্ষার কেবল দুই বিন্দুমাত্রে তির্য্যক্‌ভাবে সন্ধি হয়, এই দুই সন্ধির নাম চন্দ্রপাত। এই পাতস্থানে চন্দ্র আগমন করিলে চন্দ্র সূর্য্য ও পৃথিবী সমতলস্থ হয়, অতএব পূর্ণিমাতে বা অমাবস্যাতে চন্দ্র স্বীয় পাতস্থ বা পাত নিকটস্থ না হইলে চন্দ্র সূর্য্যের গ্রহণ হইতে পারে না।

৭৩শ চিত্রক্ষেত্র

এই চিত্রক্ষেত্রে চ ড গ বৃত্ত চন্দ্রকক্ষার সমতল এবং চ ট বৃত্ত ভূকক্ষার সমতল। এই দুই তলের পর-

ন্নর তির্য্যক্‌ভাবে ভেদ হইয়াছে। চ ড ক খণ্ড চ ঢ ক খণ্ডের উপরিভাগে, এবং ক গ চ খণ্ড ক ট চ খণ্ডের নিম্নে অবস্থিত। চ এবং ক বিন্দু পাতস্থান, সু সূর্য্য এবং পৃ পৃথিবী। অমাবস্যাতে যদি চন্দ্র চ অঙ্কিত স্থানে স্থিতি করে, তবে চন্দ্র সূর্য্য পৃথিবী সমতলস্থ হয় এই প্রযুক্ত চন্দ্রবিম্ব দ্বারা সূর্য্যবিম্ব আচ্ছন্ন হইয়া সূর্য্যগ্রহণ হয়। কিন্তু অমাবস্যাতে যদি চন্দ্র ছ অঙ্কিত স্থানে স্থিতি করে এবং সূর্য্য ক্ষ অঙ্কিত স্থানে দৃষ্ট হয়, তবে তৎকালে ছ অঙ্কিত চন্দ্রবিম্ব চ ঢ ট বৃত্তের এবং ক্ষ পৃ রেখার ঊর্দ্ধ-ভাগে অবস্থিতি হয়। আর তৎকালে চ বিন্দু হইতে চন্দ্র যত দূরে থাকে ক্ষ অঙ্কিত সূর্য্যের তত ঊর্দ্ধভাগে চন্দ্র দৃষ্ট হইবে, অতএব অমাবস্যাতে চন্দ্রের স্থান অর্থাৎ ছ বিন্দুর চ বিন্দু হইতে এত দূরে থাকা সম্ভবে যে চন্দ্রবিম্বের কোন অংশ পৃ (পৃথিবী) চিহ্ন এবং সু (সূর্য্য) চিহ্নের মধ্যবর্ত্তী হইতে পারে না। এমত স্থলে সূর্য্য গ্রহণ অসম্ভব। অমাবস্যাতে সূর্য্যগ্রহণ সম্ভব কি অসম্ভব ইহা তৎসময়ে পাত স্থান হইতে চন্দ্রের দূরত্ব পরিমাণ দ্বারা গণনা করা যায়। পূর্ণিমাতে চন্দ্র যদি ক অঙ্কিত স্থানে স্থিতি করে, তবে চন্দ্র, সূর্য্য ও পৃথিবী সমতলস্থ হয় এই প্রযুক্ত পৃ ফ পৃথিবীর ছায়া চন্দ্রেতে লগ্ন হইয়া চন্দ্রগ্রহণ হয়। কিন্তু উক্তকালে যদি চন্দ্র খ বিন্দুস্থ হয় সেই চন্দ্রের স্থান পৃ প ভূচ্ছায়ার এত নিম্ন ভাগে থাকে যে তাহাতে তন্মধ্য দিয়া চন্দ্রের গতি হইতে পারে না। এমত স্থলে চন্দ্রগ্রহণ অসম্ভব। পূর্ণিমাতে চন্দ্রগ্রহণ সম্ভব কি অসম্ভব তাহা সেই সময়ের পাতস্থান হইতে চন্দ্রের দূরত্ব পরিমাণ দ্বারা গণনা করা যায়। যদি এই দুই

...স্থান মিলিত হইয়া একীভূত হইত, তবে প্রতি অমাবস্যাতে সূর্য্যের ও প্রতি পূর্ণিমাতে চন্দ্রের পূর্ণ গ্রহণ হইত।

চতুর্থ অধ্যায়।

সূর্য্য।

সৌর জগতে যে সকল জ্যোতিঃ পদার্থ আছে; তন্মধ্যে সূর্য্যমণ্ডল অতি আশ্চর্য্য। সকল অপেক্ষা সূর্য্যের আয়তন বৃহৎ। সূর্য্যই আলোক ও উত্তাপের আকর। সূর্য্যের আকর্ষণ-শক্তি দ্বারা যাবতীয় গ্রহ ও উপগ্রহগণ পরস্পর আবদ্ধ আছে ও যথা নিয়মে নির্দ্দিষ্ট পথে নিরূপিত সময়ে তাহাকে পরিভ্রমণ করিতেছে। সূর্য্য পৃথিবী হইতে ৯,৫৩,৬৮,৪৬০ মাইল অন্তরে আছে। জ্যোতির্ব্বিদেরা সূর্য্যের ব্যাসপরিমাণ প্রায় ৮,৮৭,০০০ মাইল স্থির করিয়াছেন। সূর্য্যের ঘনত্ব বা সান্দ্রতা পৃথিবীর সান্দ্রতার চতুর্থ ভাগের এক ভাগমাত্র। সূর্য্য ২৫ দিন ৮ হোরা ৯ মিনিটে স্বীয় মেরুদণ্ডের উপর একবারমাত্র আবর্ত্তন করে। সূর্য্য এত বৃহৎ যে পৃথিবীর তুল্য ১৪,০০,০০০ চতুর্দ্দশ লক্ষ লোক উহার গর্ভ মধ্যে নিবিষ্ট থাকিতে পারে। উহার আয়তন সমুদায় গ্রহের আয়তন-সমষ্টির অপেক্ষা প্রায় ৭৩৮ গুণ অধিক। যদি

্যমণ্ডলের অভ্যন্তর খনন করিয়া শূন্য করা যায় এবং ভূমণ্ডল তাহার মধ্য স্থানে স্থাপিত করিতে পারা যায়, তাহা হইলে পৃথিবীর চতুর্দ্দিকে এত স্থান থাকে যে, চন্দ্রমণ্ডল ভূমণ্ডলের কেন্দ্র হইতে এক্ষণে যত অন্তরে অবস্থিত আছে তাহার অপেক্ষা আর ১,৬২,০০০ মাইল অধিক অন্তরে স্থাপিত হইলেও অনায়াসে পৃথিবী পরিভ্রমণ করিয়া আসিতে পারে। আমরা সূর্য্যের নিকট হইতে এত অন্তরে আছি, যে যদি কামানের গোলা প্রতি হোরায় ৪৪০ মাইল করিয়া গমন করে, তথাচ ২৪ চতুর্ব্বিংশতি বৎসরেও সূর্য্যমণ্ডল স্পর্শ করিতে পারে না। বিশেষতঃ বিশ্বপ্রকাশক প্রভাকর চতুর্দ্দিকস্থ গ্রহ উপগ্রহাদিগকে তিমিরাবরণ হইতে মুক্ত করিয়া তেজঃ. জ্যোতিঃ ও সৌন্দর্য্য সংপ্রদান পূর্ব্বক যে প্রকার প্রভূত প্রভাব প্রকাশ করে, তাহা এককালে একত্র অনুভব করিতে হইলে, বিস্ময়-সাগরে নিমগ্ন হইতে হয়। কেবল সূর্য্যের বিশাল আয়তন ও প্রভাব পর্য্যালোচনা করাই মানবীয় মনের সাধ্যাতীত বোধ হয়, ইহাতে মনের মধ্যে সমস্ত সৌর জগতের সমুদায় ব্যাপার একত্র ধারণ করা কাহার সাধ্য? পরমেশ্বর প্রতিষ্ঠিত নিয়মানুসারে সূর্য্য উদয় হইয়া প্রতিদিন যাবতীয় পদার্থকে বিচিত্রবর্ণে চিত্রিত ও সুষুপ্ত জীব সকলকে সচেতন করিয়া আনন্দজ্যোতিঃ বিস্তার করিতে থাকে। কিন্তু শোভা প্রকাশ ও তজ্জনিত সুখ বিতরণই কেবল সূর্য্যোদয়ের কার্য্য নহে; তাহার প্রত্যেক কিরণ অমৃত স্বরূপ হইয়া প্রত্যেক উদ্ভিদ ও প্রত্যেক প্রাণীর জীবন রক্ষা ও পুষ্টিসাধন করে। সূর্য্য কেবল আমাদিগের চক্ষু স্বরূপ নহে, সাক্ষাৎ প্রাণ স্বরূপ। যিনি আমা-

দিগের সকলের কল্যাণ বিধানার্থে সূর্য্যকে প্রত্যহ স্বকর্ম্মে প্রেরণ করিতেছেন, সেই পরম প্রেমাস্পদ বন্ধুকে যেন কেহ বিস্মৃত না হয়।

সূর্য্যের নৈসর্গিক ভাব

দেখিতে সূর্য্যকে যেন সম্পূর্ণ গোল চক্রের মত। বাস্তবিক সূর্য্যের গঠন চক্রাকার নহে। যেরূপ পৃথিবীর উত্তর দক্ষিণদিক কিঞ্চিৎ চাপা সূর্য্যেরও সেইরূপ। দূরবীক্ষণ যন্ত্রদ্বারা দেখিলে চন্দ্রের কলঙ্কের ন্যায় সূর্য্যতেও নানা প্রকার কৃষ্ণ বর্ণ চিহ্ন দেখিতে পাওয়া যায়, কিন্তু সর্ব্বদা এক প্রকার চিহ্ন দৃষ্ট হয় না। যে চিহ্ন গুলিকে এক সময় দেখা যায় সময়ান্তরে আর সে গুলিকে দেখিতে পাওয়া যায় না, অন্য প্রকার কতক গুলি দৃষ্ট হইতে থাকে। জ্যোতির্ব্বিদ্ পণ্ডিতেরা ইহার এই কারণ স্থির করিয়াছেন, যে আমাদিগের পৃথিবী যেমন স্বীয় অক্ষোপরি ঘূর্ণিত হইতেছে সূর্য্যও সেই প্রকার আপনার অক্ষের উপর ঘুরিতেছে বলিয়া উহাতে সর্ব্বদা এক প্রকার চিহ্ন দেখিতে পাওয়া যায় না। যে চিহ্ন গুলি একবার প্রকাশ পায়, সূর্য্যের আবর্ত্তন ক্রিয়া দ্বারা তাহা আবার আমাদিগের দৃষ্টি হইতে অন্তর্হিত হইয়া যায়। সূর্য্য আপনার অক্ষোপরি পশ্চিম হইতে পূর্ব্বদিকে ২৫ দিন ৮ হোরা ৯ মিনিটে একবার আব-

র্ত্তন করিয়া আইসে বলিয়া উক্ত সময়ান্তে আমরা পুনর্ব্বার সূর্য্যের গাত্রে পূর্ব্ব চিহ্নগুলি দেখিতে পাই।

জ্যোতির্ব্বিদ পণ্ডিতেরা বহুপ্রকার যন্ত্র ও পরিশ্রম স্বীকার পূর্ব্বক নিরূপণ করিয়াছেন যে আমাদিগের ভূমণ্ডল যেমন বায়ুরাশিতে পরিবেষ্টিত, সূর্য্যমণ্ডলও সেইরূপ বায়ুবৎ এক প্রকার সূক্ষ্ম পদার্থে পরিবেষ্টিত, এবং ঐ পদার্থই প্রভাকরের কিরণের কারণ। পিণ্ডাকার স্থূল সূর্য্যমণ্ডল জ্যোতিষ্মান্ পদার্থ নহে, উহা নিষ্প্রভ, উহা যে বায়ুবৎ পদার্থে আবৃত আছে, তাহাই আলোক ও উত্তাপের নিদানভূত। সেই বায়ুবৎ উজ্জ্বল পদার্থের স্থানে২ ক্ষুদ্র ও বৃহৎ কতকগুলি কুহর বিদ্যমান আছে। কেহ২ অনুমান করিয়াছেন যে ঐ বায়ুর স্থান যেমন প্রভাবিশিষ্ট গহ্বর স্থানগুলি সেরূপ নহে বলিয়া তাহাদিগকে সূর্য্যের কলঙ্ক বা গাত্রের চিহ্ন বলিয়া বোধ হয়। জ্যোতিঃশাস্ত্র বিশারদ উইলিয়ম হর্শেল উল্লিখিত মতের পোষকতা করিয়াছেন, তিনি স্থূল সূর্য্যমণ্ডলকে দুই প্রকার বায়বীয় পদার্থে আবৃত বলিয়া নির্দ্দেশ করিয়াছেন। সূর্য্যের নিকটবর্ত্তী প্রথমস্তরস্থ পদার্থ আমাদিগের পার্থিব বায়ুর ন্যায় অনুজ্জ্বল, এবং দ্বিতীয় স্তরের বায়ু আলোক ও উত্তাপবিশিষ্ট। যখন উপরিস্থিত স্তরের মধ্য দিয়া নিম্নস্থ অনুজ্জ্বল বায়ুবৎ পদার্থের কোন২ স্থান দৃষ্ট হয় তখনি তাহাদিগকে সূর্য্যের গাত্রের চিহ্ন বলিয়া অনুভূত হয়।

চিহ্নগুলিও সর্ব্বদা সমান থাকে না। কোন২ সময় সূর্য্যমণ্ডল এককালে নিশ্চিহ্ন হইয়া পড়ে, কখন বা বহু চিহ্নে পরিপূর্ণ হয়, কখন বা স্থূল স্থূল দীর্ঘ দীর্ঘ বৃহৎ চিহ্ন

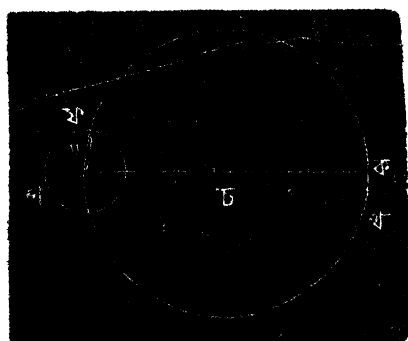
সকল প্রকাশ পায়, এবং কখন বা ঐ সকল বৃহৎ চিহ্ন ছিন্নভিন্ন হইয়া কতকগুলি ক্ষুদ্র২ চিহ্ন উদিত হয়। ঐ চিহ্নগুলির অবস্থান্তর ও রূপান্তর ঘটিবার কারণ অনেক পণ্ডিতে অনেক প্রকার বলিয়াছেন। কিন্তু প্রধান প্রধান পণ্ডিতেরা সূর্য্যের আবর্ত্তন ক্রিয়াকেই উহার প্রধান কারণ বলিয়া নির্দ্দেশ করেন। ঐ চিহ্ন গুলির আর২ অনেক অংশ অবস্থান্তর ঘটিতে দেখা যায় বটে, কিন্তু উহাদিগের স্থানের কদাপি পরিবর্ত্তন ঘটেনা, উহাদিগের মধ্যে যে চিহ্নকে একবার সূর্য্যের যে স্থানে দেখা যায় তাহা চিরদিনই সে স্থানে দৃষ্ট হইয়া থাকে। সূর্য্যমণ্ডল যে এক প্রকার বায়ুবৎ পদার্থে আচ্ছাদিত জ্যোতির্ব্বিদ্ পণ্ডিতেরা তাহা সর্ব্বগ্রাস সূর্য্যগ্রহণের প্রকৃতি ও লক্ষণ দ্বারা আরও পরিষ্কাররূপে সপ্রমাণ করিয়াছেন।

উইলিয়ম হর্শেল কহেন সূর্য্যমণ্ডল স্বভাবতঃ তেজোময় নহে, সূর্য্যমণ্ডলের চতুর্দ্দিকে কিন্তু তথা হইতে কিঞ্চিৎ দূরে এক প্রকার জ্যোতিষ্মান্ বায়ুবৎ পদার্থ রাশি আছে, তদ্দ্বারা সূর্য্যমণ্ডল প্রতিনিয়ত আবৃত রহিয়াছে; তাহাতেই উহা তেজোময় লক্ষিত হয়।

যে বস্তু যে পরিমাণে ভারী হয় আকর্ষণ-শক্তিও সেই পরিমাণে অধিক হইয়া থাকে। সূর্য্যের আকর্ষণশক্তি পৃথিবীর অপেক্ষা তিন লক্ষ পঞ্চাশ হাজার গুণ অধিক, অতএব সূর্য্য পৃথিবীর অপেক্ষা তিন লক্ষ পঞ্চাশ হাজার গুণ অধিক ভারী।

সূর্য্যমণ্ডল ভূমণ্ডল অপেক্ষা ভারী বটে, কিন্তু সৌর পরমাণু পার্থিব পরমাণু অপেক্ষা অনেক লঘু। সৌর

পরমাণু পার্থিব পরমাণুর অনেক লঘু না হইয়া যদি তাহার সহিত সমান ভারী হইত, তাহা হইলে পৃথিবী অপেক্ষা সূর্য্যের আয়তন যত বৃহৎ উহার ভারও তদপেক্ষা তত অধিক হইত। অর্থাৎ তাহা হইলে সূর্য্য পৃথিবী অপেক্ষা চতুর্দ্দশ লক্ষ গুণেরও অধিক ভারবিশিষ্ট হইত। পরিমাণ দ্বারা অবধারিত হইয়াছে যে, সৌর পদার্থের গুরুত্ব পার্থিব পদার্থের গুরুত্বের প্রায় চারি ভাগের একভাগের সমান। সূর্য্যের উপাদান পদার্থ জলের অপেক্ষা শতকরা চল্লিশগুণ ভারী, অতএব জ্যোতির্ব্বিদ্ পণ্ডিতেরা পরিমাণ করিয়া স্থির করিয়াছেন, যে সূর্য্যমণ্ডল তুল্য একটী জলময় পিণ্ড প্রস্তুত করিতে পারিলে তাহা সূর্য্য অপেক্ষা শতকরা চল্লিশ অংশে লঘু হইতে পারে।

পৃথিবী হইতে সূর্য্যের অন্তর

এই চিত্রক্ষেত্রে চ সূর্য্য, প ফ পৃথিবী। পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে সূর্য্য দেখিলে সূর্য্যকে ক স্থানে দৃষ্ট হইবে,

আর উহার পৃষ্ঠের ফ চিহ্নিত স্থান হইতে দেখিলে সূর্য্যকে খ স্থানে দৃষ্ট হইবে। ক খ এই দুই স্থানের ব্যবধান ৯ বিকলা; এখন উক্ত ৯″ ক খ ম ফ বৃত্তটীর কত অংশ জানিতে হইলে ৩৬০° কে বিকলা করিতে হইবে। ৩৬০° শে ১২৯৬০০০ বিকলা হয়। অত-এব ৯″ বৃত্তের ১৪৪ সহস্র অংশের এক অংশ; এক্ষণে ম ফ তলরেখা ক খ তলরেখার সমান এবং ম ফ পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ অর্থাৎ ৪০০০ মাইল; সুতরাং ক খও ৪০০০ মাইল হইবে। উপরি উক্ত বৃত্তে যদি ১৪৪ সহস্র অংশের একাংশ ৪০০০ মাইল পরিমিত হয়, তবে বৃত্ত-পরিধি ক খ ম ফ অবশ্যই প্রায় ৫৭৬০ লক্ষ মাইল হইবে। ৫৭৬০ লক্ষকে ৩ দিয়া ভাগ করিলে যাহা হয় অর্থাৎ ১৯২০ লক্ষ মাইল উক্ত বৃত্তের ব্যাস পরি-মাণ, এবং উহার অর্দ্ধেক অর্থাৎ ৯৬০ লক্ষ মাইল পৃথিবী হইতে সূর্য্যের অন্তর।

নিয়মান্তর। যে প্রক্রিয়ার দ্বারা পৃথিবী হইতে কোন জ্যোতিষ্কের অন্তর নির্ণয় করা যাইতে পারে তদ্বিষয় ১৮৯ পৃষ্ঠায় বিশেষরূপে লিখিত হইয়াছে। উক্ত পৃষ্ঠায় বর্ণিত হইয়াছে যে, যে কোন জ্যোতিষ্কের অন্তর নির্ণয় করিতে হইবে সেই জ্যোতিষ্ক হইতে পৃথিবীকে দেখিলে পৃথিবীর দৃশ্যমান ব্যাস কত বড় দেখায় তাহা অগ্রে নিরূপণ করা আবশ্যক। পৃথিবীর দৃশ্যমান ব্যাস সর্ব্বদা চক্রবালীয় লম্বনের দ্বিগুণ।

বহুদর্শন দ্বারা নিরূপিত হইয়াছে যে সূর্য্য হইতে পৃথিবীকে দেখিলে পৃথিবী ১৭.″১৪ বড় দেখাইবে।

পরিমাণ দ্বারা সূর্য্যের অন্তর নির্ণয় করা যাইতে পারে। যথা,—

সূর্য্যের অন্তর (মাইল পরিমাণ) ঃ পৃথিবীর ব্যাস ঃঃ সূর্য্যের ব্যাসার্দ্ধ (বিকলা পরিমাণ) ঃ পৃথিবীর দৃশ্যমান ব্যাস। তবেই,

$$\text{সূর্য্যের অন্তর} = \frac{২০৬২৬৫}{১৭.১৪} \times ৭৯১২ \text{ মাইল।}$$

$$= ৯৫২১৪০৪২ \text{ মাইল।}$$

সূর্য্যের ব্যাস।

পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে, চন্দ্র পৃথিবী হইতে ২৩৭৬২৭ মাইল অন্তর এবং সূর্য্য ৯৫৩৬৮৪৬০ মাইল অন্তর। তবে চন্দ্রাপেক্ষা সূর্য্য প্রায় ৪০০ শত গুণ অধিক দূরে অবস্থিত। সূর্য্য ও চন্দ্র এতদুভয়কে প্রায় সমান দেখায়। যখন দৃশ্যে সমান দেখাইতেছে, তখন সূর্য্যের চন্দ্রাপেক্ষা অবশ্যই চারিশত গুণ পরিসর বেশী হইবে। যদি ৪০০ গুণ বেশী হয় তবে চন্দ্রের ব্যাস যত বড় সূর্য্যেরও ব্যাস তদপেক্ষা ৪০০ গুণ বেশী হইবে। পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে চন্দ্রের ব্যাস ২১৫৩ মাইল। তবে ২১৫৩×৪০০=৮৬১২০০ মাইল সূর্য্যের ব্যাস। সূক্ষ্ম পরিমাণে সূর্য্যের ব্যাস ৮৮৭০০০ মাইল। সূর্য্যের পরিধি প্রায় ২৬৬২০০০ মাইল।

নিয়মান্তর। সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাস বিকলায় জানিতে পারিলে ইহার ব্যাস অনায়াসে নির্ণয় হইতে পারে।

পৃথিবী যখন নিকট কক্ষাংশে অবস্থিতি করে তখন সূর্য্যের দৃশ্যমান গরিষ্ঠ ব্যাস ৩২´ ৩৪.´৬ এবং যখন পৃথিবী দূর কক্ষাংশে অবস্থিতি করে তখন সূর্য্যের দৃশ্যমান লঘিষ্ঠ ব্যাস ৩১´ ৩০´´.১। এই দুইয়ের মধ্য পরিমাণ ৩২´ ২.´´৩৫। সূর্য্য হইতে পৃথিবীকে দেখিলে পৃথিবীর দৃশ্যমান ব্যাস ১৭´´.১৪ এবং পৃথিবী হইতে সূর্য্যকে দেখিলে সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাস ৩২´ ২´´.৩৫। এই দুই পরিমাণ হইতে সূর্য্যের ব্যাস নিরূপণ করা যাইতে পারে। যথা,

সূর্য্যের ব্যাস : পৃথিবীর ব্যাস : :
সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাস : পৃথিবীর দৃশ্যমান ব্যাস :

$$\text{সূর্য্যের ব্যাস} = ৭৯১২ \text{ মাইল} \times \frac{৩২´\ ২´´.৩৫}{১৭´´.১৪}$$

$$= ৮৮৭৩৭৭ \text{ মাইল।}$$

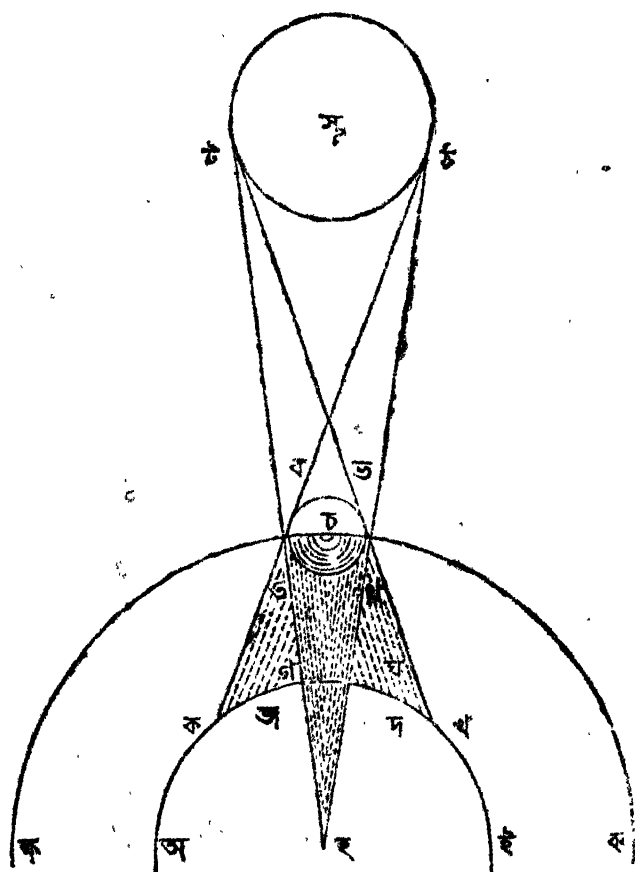
সৌর গ্রহণ।

চন্দ্র দ্বারা সূর্য্যরশ্মি অবরোধ হইলে সূর্য্যগ্রহণ হয়। চন্দ্র যদিও বস্তুতঃ সূর্য্য অপেক্ষা ক্ষুদ্র, কিন্তু উহা সূর্য্য অপেক্ষা পৃথিবীর নিকটস্থ বলিয়া উহারও সূর্য্যের বিম্বপ্র

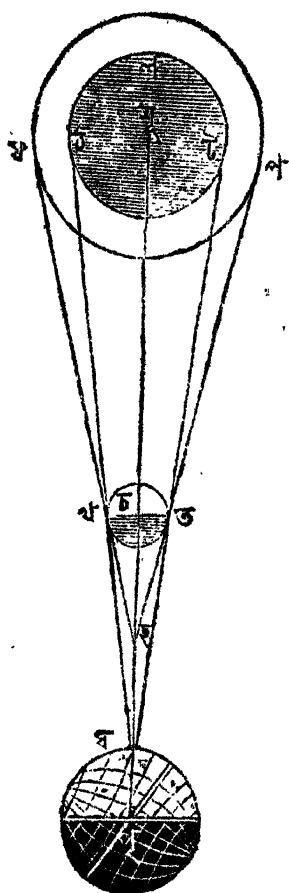
ন দেখায়। সময় বিশেষে সূর্য্য ও চন্দ্র পৃথিবী হইতে কতর দূর বা নিকটবর্ত্তী হয়, এই নিমিত্তে কাল বিশেষে তাহাদিগের বিম্বের হ্রাস বৃদ্ধি বোধ হয়। সূর্য্যের কেন্দ্র, চন্দ্রের কেন্দ্র এবং গ্রহণ-দ্রষ্টার চক্ষু যদি সমসূত্রপাতে স্থিতি করে, তবে দ্রষ্টা চন্দ্রবিম্বের দৃষ্টিগোচর হ্রাসবৃদ্ধি অনুসারে সূর্য্যের দুই প্রকার গ্রহণ দেখিতে পায়, অর্থাৎ চন্দ্রবিম্ব সূর্য্যবিম্ব অপেক্ষা যদি বৃহৎ বোধ হয়, তবে সূর্য্যের সর্ব্বগ্রাস দর্শন হয়; কেননা তৎকালে বৃহৎচন্দ্র-বিম্ব দ্বারা ক্ষুদ্র সূর্য্যবিম্ব আচ্ছন্ন হয়; আর চন্দ্রবিম্ব যদি সূর্য্যবিম্ব অপেক্ষা ক্ষুদ্র বোধ হয়, তবে সূর্য্যবিম্বের চতুঃপ্রান্তে অঙ্গুরীয়াকার এক দীপ্তিমান খণ্ড দর্শন হয়, অবশিষ্ট তাবদংশ চন্দ্র দ্বারা আবৃত হওয়াতে অদৃশ্য হয়।

চন্দ্রের কেন্দ্র, সূর্য্যের কেন্দ্র এবং দ্রষ্টার চক্ষু যদি সমসূত্রপাতে না থাকে, তবে সূর্য্যের এক দেশমাত্র চন্দ্র দ্বারা আচ্ছন্ন হইয়া সূর্য্যের আংশিক গ্রহণ দৃষ্ট হয়; কারণ সূর্য্য অপেক্ষা চন্দ্র ক্ষুদ্র বলিয়া তদ্দ্বারা সূর্য্য সম্মুখস্থ সমুদায় ভূপিণ্ডভাগ হইতে সূর্য্যরশ্মি অবরোধ হইতে পারে না। সামান্যতঃ যখন পৃথিবী হইতে সূর্য্য অধিক দূরে এবং চন্দ্র অল্প দূরে স্থিতি করে, তখন চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীর প্রায় ১৬০ মাইল পরিমিত ক্ষুদ্র খণ্ডকে আচ্ছন্ন করে। আর যখন পৃথিবী হইতে সূর্য্য অল্প দূরে এবং চন্দ্র অধিক দূরে অবস্থিতি করে, তখন চন্দ্রের ছায়ার অগ্র পৃথিবীতে লগ্ন হয় না।

যে প্রদেশে সূর্য্যগ্রহণ লক্ষ্য হয় তাহার সকল ভাগে একই সময়ে একই প্রকার গ্রহণ দৃষ্ট হয় না। কোন

স্থানে পূর্ণগ্রাস কোন স্থানে বা আংশিক গ্রাস উপলব্ধ হয়, এবং পশ্চিমদিক হইতে পূর্ব্বাভিমুখে চন্দ্রের গতি, এজন্য পশ্চিম দেশীয় লোকের অগ্রে পূর্ব্ব দেশীয়েরা গ্রহণ দেখিতে পায়। এই চিত্রক্ষেত্র অবলোকন করিলে ভিন্ন ভিন্ন প্রকার সূর্য্যগ্রহণ কিরূপে সংঘটন হয় তাহা স্পষ্টরূপে বোধ হইবে।

সূ সূর্য্য, চ চন্দ্র, ঋ ঋ চন্দ্রকক্ষা, এবং অ ক জ দ ই সূর্য্যাভিমুখীন ভূপৃষ্ঠ খণ্ড। ট ত হ এবং ঢ থ হ সূর্য্য

প্রান্তিম রশ্মি, যাহা একাভিমুখ হইয়া চন্দ্রকে ত থ দুই বিন্দুতে স্পর্শ করিয়া পৃথিবী পৃষ্ঠস্থ হ বিন্দুতে লগ্ন হইয়াছে। ত হ থ চন্দ্রের সূচ্যাকার ছায়া, এই ছায়া ভূপৃষ্ঠের যে ভাগে লগ্ন হয় তথায় সূর্য্যের কোন অংশ দর্শন হইতে পারে না। ঠ ব ক এবং ট ভ খ সূর্য্যের দুই প্রান্তিম রশ্মি যাহা বিপরীতাভিমুখী হইয়া চন্দ্রকে ব ভ বিন্দু-দ্বয়ে স্পর্শ করিয়াছে ও ভূপৃষ্ঠে ক খ দুই বিন্দুতে লগ্ন হইয়াছে। ব ক এবং ভ খ রেখা-দ্বয় এবং চন্দ্রছায়া এই উভয় সীমার মধ্যবর্ত্তী যে ব ক জ এবং ভ খ দ অঙ্কিত স্থান তাহা হইতে সূর্য্যের কিরণ-রশ্মি অবরোধ হওয়াতে তাহা ম্লানরূপে প্রকাশ পায়; এই ছায়াকে চন্দ্রের ঈষচ্ছায়া বলা যায়। এই ঈষচ্ছায়াতে যে স্থান আচ্ছন্ন হইয়া আছে তথায় সূর্য্যের কিয়দংশ দর্শন হয়। এখন সুন্দররূপে বোধ হইবে যে ভূতলের গ ঘ চিহ্নিত খণ্ডে চন্দ্রের পূর্ণছায়া পতিত হওয়াতে সূর্য্যের পূর্ণগ্রাস দর্শন হইবে। চন্দ্রচ্ছায়ার ত গ এবং থ ঘ অঙ্কিত সীমাদ্বয় আর ঈষচ্ছায়ার ব ক এবং ভ খ সীমাদ্বয় এই রেখা চতুষ্টয়ের মধ্যবর্ত্তী ক গ এবং ঘ খ ভূতল খণ্ডে সূর্য্যের আংশিক গ্রাস দৃষ্ট হইবে। এতদ্ব্যতিরিক্ত পৃথিবীর অন্য অংশে গ্রহণ দর্শন অসম্ভব। পৃথিবী হইতে চন্দ্র যত দূরে থাকে, তাহার ছায়ার দীর্ঘতা তত অল্প হয়, সুতরাং সেই ছায়া পৃথিবীতে লগ্ন হয় না। সেই ছায়ার মধ্য-রেখার নিকটস্থ লোকেরা সূর্য্যের প্রান্তভাগে অঙ্গুরীয়াকার এক খণ্ড দর্শন করে।

৩৭শ চিত্র ক্ষেত্র

পার্শ্বস্থ চিত্রক্ষেত্রে সু, চ, পৃ পূর্ব্ববৎ সূর্য্য, চন্দ্র ও পৃথিবী। খ ত হ থ চন্দ্রচ্ছায়া, যাহা পৃথিবীতে লগ্ন হয় নাই এবং যাহার অগ্রভাগ অন্তরীক্ষে হ বিন্দুতে স্থিতি করিতেছে। চ হ রেখা সেই ছায়ার মধ্য-রেখা। এই রেখাকে বৃদ্ধি করাতে তাহা পৃথিবী পৃষ্ঠে ধ বিন্দুতে সংলগ্ন হইয়াছে, ঐ বিন্দু হইতে ধ ত ট এবং ধ থ ঠ একাভিমুখগামী রেখাদ্বয় চন্দ্র বিম্ব স্পর্শ করত সূর্য্যবিম্বের ট ঠ বিন্দুতে লগ্ন হইয়াছে। এখন বিবেচনা করিলে স্পষ্ট বোধ হইবে যে, সূর্য্যবিম্বের ট ল ঠ চিহ্নিত বৃত্তের অন্তর্গত তাবৎ অংশ ধ অঙ্কিত স্থানে অদৃশ্য থাকিবে, কেবল তাহার চতুর্দ্দিকে অঙ্গুরীয়াকার এক খণ্ডমাত্র দৃষ্টিগোচর হইবে।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে পূর্ণিমাতে ভূচ্ছায়া মধ্যে চন্দ্র প্রবেশ করিলে চন্দ্রগ্রহণ হয়। চন্দ্র স্বয়ং নিস্তেজ পদার্থ, কেবল সূর্য্যরশ্মি দ্বারা প্রকাশিত হয়, এবং

তাহার অভাব হইলেই সুতরাং উহা দীপ্তি শূন্য হয়; ইহাকেই চন্দ্রের গ্রহণ বলা যায়।

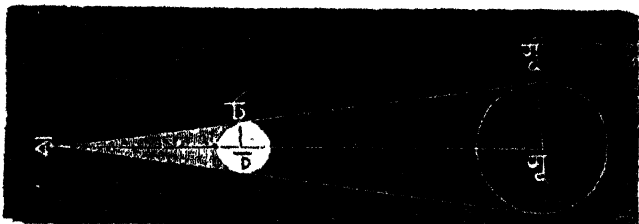
সূর্য্য ও পৃথিবীর মধ্যে যখন চন্দ্র থাকে, তখন সূর্য্যগ্রহণ হয়। অমাবস্যার সময় ভিন্ন সূর্য্যগ্রহণ হইতে পারে না। ইহার কারণ এই যে অমাবস্যার সময়ে চন্দ্রমণ্ডল, ভূমণ্ডল ও সূর্য্যমণ্ডলের মধ্যে আইসে। চন্দ্র নিস্তেজ পদার্থ, উহার যে পৃষ্ঠ সূর্য্যাভিমুখে থাকে তাহাতে সূর্য্য-কিরণপাত দ্বারা উজ্জ্বল হয়; আর যে পৃষ্ঠ পৃথিবীর অভিমুখে থাকে তাহাতে সূর্য্য কিরণ পতিত না হওয়াতে অনুজ্জ্বল থাকে; এজন্য তাহা পৃথিবী হইতে দেখিতে পাওয়া যায় না, সুতরাং অমাবস্যার সময়ে চন্দ্র আমাদের অদৃশ্য হয়। এইরূপে চন্দ্র এক২ মাস অন্তর সূর্য্য ও ভূমণ্ডলের মধ্যে আগমন করে এবং যেবার তাহাদিগের উভয়ের সমসূত্রপাতে আসিয়া উপস্থিত হয়, সেই বার সূর্য্যমণ্ডলকে আচ্ছন্ন করে, এবং পৃথিবীতে সূর্য্যগ্রহণ উপলব্ধি হয়।

চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীর অতি অল্প স্থানমাত্র ব্যাপিয়া পতিত হয়, যেহেতু উক্ত ছায়ার বিস্তৃতি পরিমাণ ও চন্দ্র হইতে পৃথিবীর দূরত্ব পরিমাণ প্রায় সমান। যাহারা সেই ছায়াবৃত স্থানে থাকে তাহারা সূর্য্যের সর্ব্বগ্রাস দেখিতে পায়। যখন চন্দ্রের অল্পাংশ পৃথিবী হইতে অনেক দূরে থাকে তখন খণ্ডগ্রহণ হইয়া থাকে। চন্দ্রের আংশিক ছায়া পৃথিবীর যেং স্থলে পতিত হয় সেইং স্থানের লোকে সূর্য্যের সর্ব্বগ্রাস দেখিতে পায় না, তাহারা সূর্য্যের পাদগ্রাস দেখে। আর ছায়ার বহির্ভূত স্থানের লোকেরা সেই গ্রহণ দেখিতে পায়

না। সূর্য্যগ্রহণ সূর্য্যের পশ্চিমদিকে আরম্ভ হইয়া পূর্ব্বদিকে শেষ হয়।

এই প্রকারে যখন পৃথিবীতে সূর্য্যগ্রহণ হয়, সেই সময়ে চন্দ্রলোকে পৃথিবীগ্রহণ হইয়া থাকে; কেননা সূর্য্য-কিরণ দ্বারা যেমন চন্দ্রমণ্ডল দীপ্তিমান হইয়া প্রকাশ পায়, তদ্রূপ পৃথিবীও সূর্য্যের আলোকে আলোকময় হইয়া থাকে। অতএব যখন চন্দ্র, পৃথিবী ও সূর্য্যের মধ্যস্থলে পূর্ব্বোক্ত প্রকারে সমাবেশিত হয়, তখন চন্দ্র-মণ্ডল দ্বারা সূর্য্যকিরণ অপবারিত হওয়াতে ভূমণ্ডল অন্ধকারময় হইয়া চন্দ্রলোক হইতে অদৃশ্য হইয়া থাকে, এবং তাহারই নাম পৃথিবীগ্রহণ।

ভিন্ন ভিন্ন প্রকার সৌরগ্রহণ বিষয়ে অনুসন্ধিৎসু হইলে প্রথমে চন্দ্রের ছায়ার পরিমাণ নিশ্চয় করা আবশ্যক।

৪০শ চিত্রক্ষেত্র।

এই চিত্রক্ষেত্রে চ ও সূ চন্দ্র ও সূর্য্যের কেন্দ্র এবং ক ভূচ্ছায়ার শেষ সীমা। আর ক চ চ´ ও ক সূ স´ দুই সদৃশ ত্রিভুজ। এখন,

সূর্য্যের ব্যাসার্দ্ধ সূ স´ ঃ চন্দ্রের ব্যাসার্দ্ধ চ চ´ ঃঃ ক সূ ঃ ক চ।

কিন্তু সূর্য্যের ব্যাস ৮৮৮০০০ মাইল এবং চন্দ্রের ব্যাস ২১৬৩ মাইল। তজ্জন্য,

৪৪৪০০০ : ১০৭৬ :: কসূ : কচ। ∴

$$কচ = কসূ \times \frac{১০৭৬}{৪৪৪০০০} \text{ অথবা } কসূ \times \frac{২১৫৩}{৮৮৮০০০} \quad (১)$$

কিন্তু কসূ = কচ + চসূ। ∴ $কচ = (কচ + চসূ) \times \frac{২১৫৩}{৮৮৮০০০}$

এখন পৃথিবী হইতে সূর্য্যের যে অন্তর অর্থাৎ ৯৫৩৬৮৪৬০ মাইল তাহা হইতে পৃথিবী হইতে চন্দ্রের অন্তর অর্থাৎ ২৩৭৬২৭ মাইল যদি বিয়োগ করা যায়; তাহা হইলে অবশিষ্ট যাহা থাকে তাহা চন্দ্র হইতে সূর্য্যের অন্তর, অর্থাৎ ৯৫৩৬৮৪৬০ − ২৩৭৬২৭ = ৯৫১৩০৮৩৩ মাইল = সূর্য্য হইতে চন্দ্রের অন্তর = চসূ। অতএব কসূ = কচ+৯৫১৩০৮৩৩ মাইল। (২)
এই সমীকরণের কসূ রাশির ফল ১ম সমীকরণে কসূ রাশির পরিবর্ত্তে রাখিলে,

$$কচ = (কচ + ৯৫১৩০৮৩৩) \times \frac{২১৫৩}{৮৮৮০০}$$

এই সমীকরণে কচ রাশির ফল ব্যক্ত করিতে হইলে,

$$কচ \times ১ - \left(\frac{২১৫৩}{৮৮৮০০০}\right) = ৯৫১৩০৮৩৩ \times \frac{২১৫৩}{৮৮৮০০০};$$

দুই পক্ষ ৮৮৮০০০ দিয়া গুণ করিলে,

$$কচ \times ৮৮৫৮৪৭ = ৯৫১৩০৮৩৩ \times ২১৫৩;$$

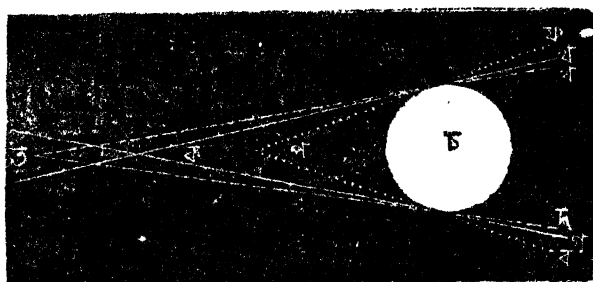
এবেই, কচ = ছায়ার পরিমাণ = ২৩১২১০ মাইল।

চন্দ্রের ছায়া কখন ২৩১২১০ মাইলের বেশী কখন কম হয়। চন্দ্র পৃথিবী হইতে যত দূর চন্দ্রের ছায়াও প্রায় তত বড়।

সৌর গ্রহণ তিন প্রকার; যথা — আংশিক, মাধ্যগ্রাস ও সর্ব্বগ্রাস।

১ম। সূর্য্য ও চন্দ্রের দৃশ্যমান ব্যাসার্দ্ধ যোগ করিলে যদি তাহা সূর্য্যের কেন্দ্র হইতে চন্দ্রের কেন্দ্রের অন্তর অপেক্ষা ন্যূন হয় তবে গ্রহণ ঘটিয়া থাকে।

২য়। সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাসার্দ্ধ হইতে চন্দ্রের দৃশ্যমান ব্যাসার্দ্ধ অন্তর করিলে যদি তাহা সূর্য্যের কেন্দ্র হইতে চন্দ্রের কেন্দ্রের দূরতা অপেক্ষা ন্যূন হয় তবে মাধ্যগ্রাস ঘটিবে। আর এই সময়ে চন্দ্রের দৃশ্যমান ব্যাস সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাসাপেক্ষা ক্ষুদ্র হয়। মাধ্যগ্রাসে চন্দ্রের ছায়া পৃথিবী স্পর্শ করে না। যথা—

১৪ শ চিত্র।

এই চিত্রে চ চন্দ্র এবং ক ছায়ার শেষ সীমা। ঐ ছায়া ক খ ও ক গ এই দুইটী রেখার অন্তর্গত। কখ ও কগ রেখা চন্দ্র ও সূর্য্যমণ্ডলের সাধারণ স্পর্শক। ক স্থানের দর্শক চন্দ্র ও সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাস সমান দেখিবে, কিন্তু ত স্থানের দর্শক সূর্য্যের চারিপার্শ্বে একটি বলয়ের ন্যায় রেখা দেখিতে পাইবে; কারণ দ ত ব কোণ খ ক গ কোণ অপেক্ষা ক্ষুদ্র। সুতরাং ছায়ার শেষ সীমা ক ত চিহ্নিত ভূপৃষ্ঠ স্পর্শ করে না। ইহাকেই মাধ্যগ্রাস গ্রহণ কহে।

৩য়। সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাসার্দ্ধ চন্দ্রের দৃশ্যমান ব্যাসার্দ্ধ হইতে অন্তর করিলে যদি তাহা সূর্য্যের কেন্দ্র হইতে

চন্দ্রের কেন্দ্রের দূরতাপেক্ষা ন্যূন হয় তবে সর্ব্বগ্রাস গ্রহণ হইয়া থাকে, আর চন্দ্রের দৃশ্যমান ব্যাস সূর্য্যের দৃশ্যমান ব্যাসাপেক্ষা বৃহৎ হয়। এই কালে চন্দ্রের ছায়ার শেষ বিন্দু পৃথিবীর মধ্যে বহুদূর পর্য্যন্ত বিস্তৃত হয়। যথা, প স্থানে কোন দর্শক থাকিলে সূর্য্যকে সম্পূর্ণ রূপে দেখিতে পাইবে না; কারণ ক্ষ প ব কোন খ ক গ কোণাপেক্ষা বৃহৎ।

পশ্চাৎ লিখিত তালিকাতে ১৮৬৭ খৃঃ অঃ অবধি ১৯০০ খৃঃ অঃ পর্য্যন্ত যে ২ অব্দে যতগুলি সূর্য্য ও চন্দ্র গ্রহণ ঘটিবে তাহাই প্রদর্শিত হইয়াছে। এই তালিকায় সূ ও চ দুইটী সাংকেতিক চিহ্নে সূর্য্য ও চন্দ্র গ্রহণ বুঝাইবে।

১০ম তালিকা।

অব্দ	গ্রহণ	তাং মাস
১৮৬৭	সূ	৬ই মার্চ
,,	চ	২০এ মার্চ
,,	চ	১৪ই সেপ্টেম্বর
১৮৬৮	সূ	২৩এ ফিব্রুয়ারি
,,	ঐ	১৮ই আগষ্ট
১৮৬৯	চ	২৮এ জানুয়ারি
,,	ঐ	২৩এ জুলাই
,,	সূ	৭ই আগষ্ট
১৮৭০	চ	১৭ই জানুয়ারি
,,	ঐ	১২ই জুলাই

১০ম তালিকা।

অব্দ	গ্রহণ	তাং মাস
১৮৭০	সূ	২২এ ডিসেম্বর
১৮৭১	চ	৬ই জানুয়ারি
,,	সূ	১৮ই জুন
,,	চ	২রা জুলাই
,,	সূ	১২ই ডিসেম্বর
১৮৭২	চ	২২এ মে
,,	সূ	৬ই জুন
,,	চ	১৫ই নবম্বর
১৮৭৩	ঐ	১২ই মে
,,	সূ	২৬এ মে
,,	চ	৪টা নবম্বর
১৮৭৪	ঐ	১লা মে
,,	সূ	১০ই আকটোবর
,,	চ	২৫এ ঐ
১৮৭৫	সূ	৬ই এপ্রেল
,,	ঐ	২১এ সেপটম্বর
১৮৭৬	চ	১০ই মার্চ
,,	ঐ	৩রা সেপটম্বর
১৮৭৭	ঐ	২৭এ ফিব্রুয়ারি
,,	সূ	১৫ই মার্চ
,,	ঐ	৯ই আগষ্ট
,,	চ	২৩এ ঐ

১০ম তালিকা।

অব্দ	গ্রহণ	তাং মাস
১৮৭৮	চ	১৭ই ফিব্রুয়ারি
,,	সূ	২৯এ জুলাই
,,	চ	১৩ই আগষ্ট
১৮৭৯	সূ	২২এ জানুয়ারি
,,	ঐ	১৯এ জুলাই
,,	চ	২৪এ ডিসেম্বর
১৮৮০	সূ	১১ই জানুয়ারি
,,	চ	২২এ জুন
,,	ঐ	১৬ই ডিসেম্বর
,,	সূ	৩১এ ঐ
১৮৮১	ঐ	২৮এ মে
,,	চ	১২ঐ জুন
,,	ঐ	৫ই ডিসেম্বর
১৮৮২	সূ	১৭ই মে
,,	ঐ	১১ই নবম্বর
১৮৮৩	চ	২২এ এপ্রেল
,,	ঐ	১৬ই আকটোবর
,,	সূ	৩১এ ঐ
১৮৮৪	ঐ	২৭এ মার্চ
,,	চ	১০ই এপ্রেল
,,	ঐ	৪ঠা আকটোবর
,,	সূ	১৯এ ঐ

১০ম তালিকা।

অব্দ	গ্রহণ	তাং মাস
১৮৮৫	চ	৩০এ মার্চ
,,	ঐ	২৪এ সেপটম্বর
১৮৮৬	সূ	২৯এ আগষ্ট
১৮৮৭	চ	৮ই ফিব্রুয়ারি
,,	ঐ	৩রা আগষ্ট
,,	সূ	১৯এ ঐ
১৮৮৮	চ	২৮এ জানুয়ারি
,,	ঐ	২৩এ জুলাই
১৮৮৯	চ	১৭ই জানুয়ারি
,,	ঐ	১২ই জুলাই
,,	সূ	২২এ ডিসেম্বর
১৮৯০	চ	৩রা জুন
,,	সূ	১৭ই ঐ
,,	চ	২৬এ নবম্বর
১৮৯১	ঐ	২৩এ মে
,,	সূ	৬ই জুন
,,	চ	১৬ই নবম্বর
১৮৯২	ঐ	১১এ মে
,,	ঐ	৪ঠা নবম্বর
১৮৯৩	সূ	১৬ই এপ্রেল
১৮৯৪	চ	২১এ মার্চ
,,	সূ	৬ই এপ্রেল

১০ম তালিকা।

অব্দ	গ্রহণ	তাং মাস
১৮৯৪	চ	১৫ই সেপটম্বর
,,	সূ	২৯এ ঐ
১৮৯৫	চ	১১ই মার্চ
,,	সূ	২৬এ ঐ
,,	ঐ	২০এ আগস্ট
,,	চ	৪ঠা সেপটম্বর
১৮৯৬	ঐ	২৮এ ফিব্রুয়ারি
,,	সূ	৯ই আগস্ট
,,	চ	২৩এ আগস্ট
১৮৯৭	—	অদৃশ্য
১৮৯৮	চ	৮ই জানুয়ারি
,,	সূ	২২এ ঐ
,,	চ	৩রা জুলাই
,,	ঐ	২৭এ ডিসেম্বর
১৮৯৯	সূ	১১ই জানুয়ারি
,,	ঐ	৮ই জুন
,,	চ	২৩এ ঐ
,,	ঐ	১৭ই ডিসেম্বর
১৯০০	সূ	২৮এ মে
,,	চ	১৩ই জুন
,,	সূ	২২এ নবেম্বর

পঞ্চম অধ্যায়।

বুধ গ্রহ।

অপর সকল গ্রহাপেক্ষা বুধ গ্রহ অতি ক্ষুদ্র ও সূর্য্যের অতি নিকট। এই গ্রহ সূর্য্য হইতে প্রায় ৩৬৮৯০৬০০ মাইল অন্তর; ইহার ব্যাস পরিমান প্রায় ৩০৯৯ মাইল এবং ৮৭ দিন ২৩ হোরা ১৫ মিনিট ৪৬ সেকেণ্ড সময়ে এই গ্রহ সূর্য্যকে এক বার পরিভ্রমণ করে; ইহা ২৪ হোরা ৫ মিনিটে স্বীয় অক্ষোপরি এক বার আবৃত্তি করে। বুধ প্রতি হোরায় ১০৯০০০ মাইল গমন করিয়া থাকে। *

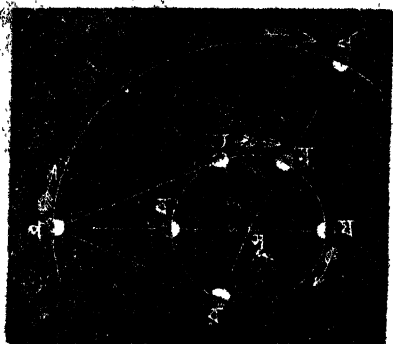
---

* গ্রহাদি প্রতি হোরায় কত দূর গমন করিয়া থাকে তাহা জানিবার সামান্য উপায় এই, যে গ্রহ সূর্য্য হইতে যতদূর তাহা দ্বিগুণ করিয়া ৩৫৫ দিয়া গুণ করত ১১৩ দিয়া ভাগ করিলে যে ফল হইবে তাহা সেই গ্রহের গমনীয় পথের পরিধি সংখ্যা। সেই গ্রহ যত দিনে সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে তাহাকে হোরা করিয়া তদ্দারা পরিধি সংখ্যা ভাগ করিলে প্রতিহোরায় সেই গ্রহের কত মাইল গতি হয় তাহা জানা যাইবে।

বুধ গ্রহ হইতে শুভ্র আলোক নির্গত হয়। সূর্য্য অস্তের কিঞ্চিৎ পর ও উদয়ের কিঞ্চিৎ পূর্ব্ব পর্য্যন্ত বুধ গ্রহ দেখা যায়। সূর্য্যের অতি নিকট ও ক্ষুদ্র বলিয়া বুধ গ্রহ প্রায়ই দেখা যায় না।

যেমন সময়ে সময়ে চন্দ্রকলার হ্রাস বৃদ্ধি দেখিতে পাওয়া যায় সেইরূপ দূরবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা বুধগ্রহের হ্রাস বৃদ্ধি স্পষ্টরূপে দৃষ্ট হইয়া থাকে। কোন কোন সময়ে এই গ্রহ সূর্য্য ও পৃথিবীর ঠিক মধ্যস্থলে আসিয়া সূর্য্যমণ্ডলের উপরিভাগ দিয়া গমন করে, তৎকালে উহাকে এক ক্ষুদ্র চিহ্নের ন্যায় দেখিতে পাওয়াযায়। এই ঘটনাকেও সূর্য্যের একপ্রকার গ্রহণ বলা যাইতে পারে। খৃঃ ১৮১৫, ১৮২২, ১৮৩২, ১৮৩৫, ১৮৪৫ এবং ১৫৪৫ অব্দে বুধ গ্রহ ও সূর্য্যের ঐ রূপ সংযোগ হইয়াছিল। কিন্তু যখন বুধগ্রহ সূর্য্যের সম্মুখবর্ত্তী অথচ সূর্য্য হইতে দূরে অবস্থিত তখন সূর্য্যরশ্মির কিছুমাত্র বৈলক্ষণ্য হয় না। পৃথিবী হইতে সূর্য্যকে সামান্যতঃ যত বড় দৃষ্ট হইয়া থাকে, বুধগ্রহ হইতে তাহার কিঞ্চিদধিক সার্দ্ধদ্বিগুণ পরিমাণে সূর্য্যের প্রকাশ হইয়া থাকে। বুধ গ্রহ সূর্য্যের অতি নিকটবর্ত্তী এনিমিত্ত তাহাতে সূর্য্যালোক পৃথিবী অপেক্ষা প্রায় সাত গুণ প্রখরতর রূপে পতিত হয়। বুধগ্রহ এত উষ্ণ যে তথায় জল রাখিলে সহজে ফুটিতে থাকে।

বুধ যে পথ দিয়া আকাশে পরিভ্রমণ করে তাহা ৪২ শ চিত্রক্ষেত্র দেখিলে স্পষ্ট প্রতীত হইবে। সূ সূর্য্য, ব ভ য র পথ দিয়া বুধ সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে, এবং প প' পথ দিয়া পৃথিবী সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে। রবিমার্গের (পৃথিবীর গমনীয় পথের) সহিত বুধের

৪৫ শ চিত্র ক্ষেত্র

গমনীয় পথের ৭° অবনতি অর্থাৎ বক্রতা আছে। বোধ কর বুধ য চিহ্নিত স্থানে আছে; যদি প চিহ্নিত স্থান হইতে বুধকে স হইতে র স্থানে আসিতে দেখা যায়, তাহা হইলে বোধ হইবে বুধ পশ্চিমদিক হইতে পূর্ব্বদিকে কিঞ্চিৎ২ করিয়া অপসৃত হইয়া সূর্য্যের নিকট হইতে ২২° ৩০´ পর্য্যন্ত যাইয়া ঐ র চিহ্নিত স্থানে কিছুকালের নিমিত্ত স্থির থাকে, এবং পুনরায় সূর্য্যের সন্নিধানে প্রত্যাগমন করিতে আরম্ভ করে অর্থাৎ র চিহ্ন হইতে ব চিহ্নে (পূর্ব্ব হইতে পশ্চিমদিকে) গমন করে। তৎপরে পুনরায় সূর্য্যের নিকট হইতে ক্রমে২ ব হইতে ভ স্থানে উপনীত হইলে সূর্য্য হইতে ইহার ২২° ৩০´ অন্তর হয়, এবং এই স্থানে ইহাকে কিছু কালের নিমিত্ত স্থির থাকিতে দেখা যায়, তৎপরে ভ চিহ্ন হইতে য চিহ্নে (পশ্চিম হইতে পূর্ব্বদিকে) আইসে। বুধ যখন ব ও য স্থানে থাকে তখন সূর্য্যের নৈকট্য প্রযুক্ত কিছুকাল অদৃশ্য হইয়া থাকে। ভ চিহ্ন হইতে র চিহ্নে আসিতে বুধের ৭২.৫ দিবস লাগে এবং র চিহ্ন হইতে ভ চিহ্নে আসিতে ৪৩.৫ দিবস লাগে।

বুধের ভগণকাল।

যদ্যপি পৃথিবী প চিহ্নিত স্থানে স্থির হইয়া থাকে, আর বুধ সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে, তাহা হইলে কোন সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় সেই স্থানে আসিতে বুধের যে সময় লাগে তাহাই তাহার ভগণকাল। কিন্তু বুধ যেমন নিয়ত পূর্ব্বদিকে গমন করিতেছে, সেইরূপ পৃথিবী ও সেই দিকে ভ্রমণ করিয়া থাকে, এই নিমিত্ত যে সময়ের মধ্যে বুধ ব ভ স র ব কক্ষ পরিভ্রমণ করে, সেই সময়ের মধ্যে পৃথিবী প চিহ্ন হইতে প´ চিহ্নে গমন করে; তজ্জন্য বুধের স চিহ্নিত সংযোগ স্থানে আসিবার অগ্রে পৃথিবী প´ চিহ্নিত স্থানে আসিয়া উপস্থিত হয়। ইহার দ্বারা প্রতীয়মান হইতেছে যে বুধের সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় সেই স্থানে আসিতে যে সময় লাগে তাহা তাহার যথার্থ ভগণ কাল অপেক্ষা অধিক। এই অধিক সময় পশ্চাৎ লিখিত প্রণালীতে নির্ণয় করা যাইতে পারে।

প ও ব পৃথিবী ও বুধের ভগণ কাল ও স বুধের কোন সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় সেই স্থানে আসিতে যে সময় লাগে তাহা। সূর্য্য হইতে দেখিলে পৃথিবী $\frac{৩৬০^\circ}{প}$ ও বুধ $\frac{৩৬০^\circ}{ব}$ প্রত্যহ গমন করে বলিয়া বোধ হয়। এই দুই রাশি অন্তর করিলে যাহা অবশিষ্ট থাকে সেই পরিমাণে বুধ প্রত্যহ পৃথিবী অপেক্ষা অধিক গমন করিয়া থাকে। কিন্তু বুধ স সময় মধ্যে

পৃথিবী অপেক্ষা ৩৬০° অধিক গমন করে। তন্নিমিত্ত,

$\frac{৩৬০^\circ}{স}$ এইটীও বুধের প্রাত্যাহিকঅতিরিক্ত গমন বুঝাইবে।

এই সকল রাশি সমীকরণ করিলে

$$\frac{৩৬০^\circ}{স} = \frac{৩৬০^\circ}{ব} - \frac{৩৬০^\circ}{প} \quad (১)$$

এই সমীকরণে প ও স রাশি গুলি ব্যক্ত;

প = ৩৬৫.২৫৬৩৭ দিন ও স = ১১৫.৮৮ দিন।

উপরি উক্ত সমীকরণের দুইপক্ষ ৩৬০ দিয়া ভাগ করিয়া ব

রাশি ধার্য্য করিলে, $ব = \frac{পস}{প+স}$; (২)

এবং প ও স রাশির পরিবর্ত্তে তত্তৎ রাশির ফল এই সমীকরণে রাখিয়া ব রাশির ফল নির্ণয় করিলে,

ব অথবা বুধের ভগণ কাল = ৮৭.৯৭০৭ দিন।

সূর্য্য হইতে বুধের অন্তর

বুধের গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ দৃশ্যমান ব্যাস দ্বারা উহার সূর্য্য হইতে কত অন্তর তাহা নির্ণয় করা যাইতে পারে। সংযোগ সময়ে বুধের ব্যাস ১১″.২, এবং বিপরীত সংযোগ সময়ে উহার ব্যাস ৫″। এই দুইটী ব্যাস বুধের ঐ দুই সময়ের দূরতার সহিত বিলোম করিলে অনুপাতীয় হইবে। ইহার দ্বারা এই অনুপাত পাওয়া যাইতে পারে।

বিপরীত সংযোগ কালে পৃথিবী হইতে বুধের অন্তর ঃ সংযোগ কালে পৃথিবী হইতে বুধের অন্তর ঃঃ ১.১″.২ ঃ ৫″।

যদ্যপি সূর্য্য হইতে বুধের অন্তর অ অব্যক্ত রাশি দ্বারা নির্দ্দেশ করা যায়; তাহা হইলে,

বিপরীত সংযোগকালে পৃথিবী হইতে বুধের অন্তর = $৯৫\frac{১}{৪}$ (সওয়া পঁচানব্বই কোটি মাইল অর্থাৎ সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অন্তর) + অ।

সংযোগকালে পৃথিবী হইতে বুধের অন্তর = $৯৫\frac{১}{৪}$ − অ।

তন্নিমিত্তে;—

$$৯৫\frac{১}{৪} + অ : ৯৫\frac{১}{৪} - অ :: ১১''.২ : ৫''$$

যদি চারিটী রাশি সমানুপাতিক হয় তাহা হইলে তাহাদের অন্ত্য রাশি দুইটীর গুণফল মধ্যম দুই রাশির গুণফলের সমান হয়। সমানুপাতের এই ধর্ম্মানুসারে পূর্ব্বোক্ত অনুপাতের দুইটী অন্ত্য ও দুইটী মধ্যম রাশির গুণফল করিয়া অ অব্যক্ত রাশির ফল ধার্য্য করিলে, অ অথবা সূর্য্য হইতে বুধের অন্তর = ৩,৬৪,৫৪,০০০ মাইল।

বুধের ব্যাস।

বুধের সংযোগকালীন দৃশ্যমান গরিষ্ঠ ব্যাস নিম্ন লিখিত অনুপাতানুসারে তাহার চক্রবালীয় লম্বনের সহিত তুলনা করিলে তাহার ব্যাস পাওয়া যাইতে পারে।

বুধের ব্যাস (মাইল) ঃ পৃথিবীর ব্যাস (মাইল) ঃঃ বুধের ব্যাস যাহা পৃথিবী হইতে (বিকলায়) দেখাযায় ঃ পৃথিবীর ব্যাস যাহা বুধ হইতে (বিকলায়) দেখাযায়।

বুধের ব্যাস সংযোগকালে ১১″.২, এবং সংযোগকালে উহার চক্রবালীয় লম্বন ১৪″.৯। বুধের চক্রবালীয় লম্বনকে দ্বিগুণ করিলে পৃথিবীর ব্যাস যাহা বুধ হইতে দেখা যায় তাহাই হইবে। এই নিমিত্ত,

$$\text{বুধের ব্যাস} = \frac{১১''.২}{২৯''.৮} \times ৭৯১২ = ২৯৭৩ \text{ মাইল।}$$

ষষ্ঠ অধ্যায়।

শুক্র গ্রহ।

বুধের পর শুক্র। ইহাকে সকল গ্রহাপেক্ষা অতিশয় সুন্দর ও বড় দেখায়। সন্ধ্যাকালে ও প্রত্যূষে এই গ্রহ অতিশয় উজ্জ্বলতা সহকারে প্রকাশ হয়, এ জন্য ইহাকে প্রভাত তারা ও সন্ধ্যা তারা বলিয়া থাকে। কখন কখন কৃষ্ণপক্ষে শুক্রের আলোকে বৃক্ষাদির ছায়াও পড়িয়া থাকে। দূরবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা দেখিলে শুক্রকে ঠিক গোলাকার বোধ হয় না অপূর্ণ কলার ন্যায় দেখায়। এই গ্রহ সূর্য্য হইতে ৬৮৯১৭৫০০ মাইল অন্তরে থাকিয়া ২২৪ দিন ১৬ হোরা ৪১ মিনিট ৭ সেকেণ্ডে সূর্য্যকে একবার পরিভ্রমণ করে। ইহার ব্যাস ৭৮০৭ মাইল এবং ইহা স্বীয় অক্ষোপরি ২৩ হোরা ২১ মিনিট ২২ সেকেণ্ডে একবার আবর্ত্তন করে। পৃথিবীর গতি শুক্রের গতি অপেক্ষা মন্দ, কিন্তু শুক্রোপরি পৃথিবীর আকর্ষণের ক্রম অধিক। শুক্র পৃথিবীর গমন পথের অন্তর্ব্বর্ত্তী এবং নিকট। শুক্রগ্রহকে সূর্য্য উদয়ের পূর্ব্ব ও অস্তের পর কয়েক হোরা দেখা যায়। বুধ ও শুক্রকে সংপূর্ণরূপে দেখিতে না পাইবার কারণ এই যে, তাহারা পৃথিবীর গমনীয় পথ ও সূর্য্যের মধ্যস্থান দিয়া গমন করিয়া থাকে। বুধ সদা সূর্য্যের সম্মুখবর্ত্তী এ জন্য দেখা যায় না। শুক্র সদা সূর্য্যের সম্মুখবর্ত্তী নহে এ জন্য প্রায়

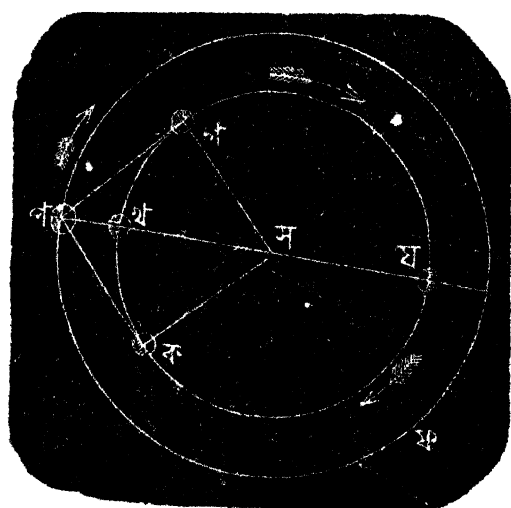
দেখা যায়। শুক্র গ্রহের উপরিভাগে চন্দ্রের ন্যায় কলঙ্ক দেখিতে পাওয়া যায়। চন্দ্রের ন্যায় শুক্রেরও হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে এবং পৃথিবীর ন্যায় তাহাতেও উচ্চ উচ্চ পর্ব্বত আছে। পৃথিবী হইতে সূর্য্যকে যত বড় দেখিতে পাওয়া প্রায় শুক্রগ্রহে তাহার দ্বিগুণ পরিমাণে সূর্য্যের প্রকাশ হইয়া থাকে। শুক্র প্রতি হোরায় প্রায় ৭০,৫০০ মাইল গমন করিয়া থাকে।

শুক্রের দৃশ্যমান গমনীয় পথ।

৪৩ শ চিত্র ক্ষেত্র

১৮৫২ খৃঃ অঃ ১লা মে অবধি ১লা নবম্বর পর্য্যন্ত যে দৃশ্যমান পথ দিয়া শুক্র আকাশ পথে গমন করিয়াছিল তাহাই এই চিত্রক্ষেত্রে অঙ্কিত হইয়াছে; এতৎ দৃষ্টে শুক্রের দৃশ্যমান গমনীয় পথ এক প্রকার উপলব্ধি হইতে পারে। ১লা মেতে শুক্র রবিমার্গের উত্তরে ছিল, পরে ক্রমশঃ পশ্চিম হইতে পূর্ব্বাভিমুখে গমন করি ১লা জুলাইতে রবিমার্গ পার হইয়া দক্ষিণ মুখ অবলম্বন করে, এবং ১২

সময়ে কিছুকাল পর্য্যন্ত বোধ হইয়াছিল যেন শুক্র এক স্থানেই অবস্থিতি করিয়া রহিয়াছিল। ইহার পর শুক্র পুনরায় প্রত্যাগমন করিতে আরম্ভ করে; এবং ১৫ই আগষ্ট পর্য্যন্ত পশ্চিমাভিমুখে যাইয়া কিছুকাল পর্য্যন্ত বোধ হইয়াছিল যে উহা একস্থানেই অবস্থিতি করিয়া রহিয়াছিল। ইহার পর পুনরায় পশ্চিম হইতে পূর্ব্বাভিমুখে গমন করিতে আরম্ভ করিয়া ১লা নবম্বর পর্য্যন্ত গমন করে ও রবিমার্গের দক্ষিণদিকের নিকটবর্ত্তী হয়।

৪৪ শ চিত্র ক্ষেত্র

এই চিত্রক্ষেত্রে স সূর্য্য, ক খ গ ঘ শুক্রের গমনীয় পথ, প ফ পৃথিবীর গমনীয় পথ, খ চিহ্ন শুক্রের সংযোগ স্থান, ঘ চিহ্ন শুক্রের বিপরীত সংযোগ স্থান ও প পৃথিবী। প হইতে যদি পূর্ব্ব ও পশ্চিমদিকে পগ ও পক শুক্রের গমনীয় পথের সহিত দুই স্পর্শ রেখা টানা যায়, তাহা হইলে গ ও ক বিন্দুই সূর্য্য হইতে

শুক্রের দূরত্বের শেষ সীমা হইবে। শুক্রের ক চিহ্নিত স্থান হইতে গ চিহ্নিত স্থানে আসিতে যত সময় লাগে বুধের ব চিহ্নিত স্থান হইতে ভ চিহ্নিত স্থানে (৪২শ চিত্রক্ষেত্র) আসিতে তদপেক্ষা অল্প সময় লাগে। খ সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় ঐ স্থানে আসিতে শুক্রের ৫৮৩.৫ দিন লাগে কিন্তু পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে শুক্র ২২৪.৭ দিনে সূর্য্যকে একবার প্রদক্ষিণ করে, তবে সংযোগ স্থলে আসিতে এত বিলম্ব কি প্রকারে ঘটে এমন সন্দেহ হইতে পারে। পূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে, গ্রহ সকল পশ্চিম হইতে পূর্ব্বাভিমুখে ভ্রমণ করিয়া সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করে; শুক্র যেমন নিয়ত পূর্ব্বদিকে গমন করিতেছে সেইরূপ পৃথিবীও সেইদিকে ভ্রমণ করিয়া থাকে। কিন্তু শুক্র স্বকীয় কক্ষের চতুঃপার্শ্ব পরিভ্রমণ করিয়া আসিবার সময়ের মধ্যে পৃথিবী আপন কক্ষে ২১৫° ভ্রমণ করিয়া থাকে; এবং শুক্র পৃথিবী অপেক্ষা অল্পকাল মধ্যে সূর্য্যকে বেষ্টন করে, সুতরাং পৃথিবী ও শুক্র উভয়ের সূর্য্যের সমসূত্রে অবস্থিতি করা শুক্রের একবার প্রদক্ষিণ কাল মধ্যে ঘটিতে পারে না, শুক্র দুইবার বেষ্টন করিলে পর তবে পৃথিবী সূর্য্য সম্বন্ধে উহার সমসূত্রে আইসে।

যখন শুক্র খ চিহ্নিত স্থানে স্থিতি করে তখন তাহার যে ভাগ সূর্য্যের জ্যোতিতে দীপ্তিমান হয় তাহা সূর্য্যাভিমুখে থাকে, এবং যে ভাগ সেরূপ দীপ্তিমান না হয় তাহাই পৃথিবীর দিকে স্থিতি করে। এই নিমিত্ত সে সময়ে শুক্রকে দেখিতে পাওয়া যায় না, এই সময়ে শুক্রকে সূর্য্যোদয়ের কিছু প্রাক্কালে উদয় হইতে দেখা যায়; তদনন্তর ইহা দিন২ যত পশ্চিমদিকে অগ্রসর হইতে থাকে ততই

ইহার আলোকময় অংশ ক্রমেং বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়। এই রূপে ক্রমশঃ প্রায় ৭০ দিন পর্য্যন্ত পশ্চিমাংশে গমন করিয়া গ চিহ্নিত স্থানে আসিলে শুক্রের দীপ্তিময় ভাগের অৰ্দ্ধেক দেখিতে পাওয়া যায়। এই সময়ে শুক্র সূর্য্য হইতে ৪৬° পশ্চিমে দূরগামী হয় তাহার পর কিছুকাল বোধ হয় যেন এক স্থানেই অবস্থিতি করিয়া রহিয়াছে, অনন্তর শুক্র পূর্ব্বাভিমুখে প্রত্যাগমন করিতে আরম্ভ করিয়া অতি শীঘ্র সূর্য্যের সন্নিকটে গমন করে। গ চিহ্ন হইতে ঘ চিহ্নতে আসিতে শুক্রের ২২২ দিন লাগে। শুক্র ঘ চিহ্নতে আসিলে ইহাকে পূর্ণচন্দ্রের ন্যায় গোলাকার দৃষ্ট হইয়া থাকে, এই সময়ে ইহাকে সন্ধ্যার সময়ে পুনরায় পশ্চিমে উদয় হইতে দেখা যায়। তদনন্তর দিনং যত এই গ্রহ পূর্ব্বাভিমুখে অগ্রসর হইয়া সূর্য্য হইতে দূরগামী হইতে থাকে, ততই ইহার আকৃতি দিনং বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়, অথচ ইহার দীপ্তিময় অংশ ক্রমেং ক্ষয় হইতে থাকে। এইরূপে গমন করিতেং যখন শুক্র ক্রমশঃ সূর্য্য হইতে ৪৬° পূর্ব্বদিকে অপসৃত হয় তখন পুনরায় অর্দ্ধচন্দ্রের ন্যায় ইহার দীপ্তিময় ভাগের অৰ্দ্ধেক দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার পর শুক্র পুনরায় পশ্চিমদিকে সূর্য্যাভিমুখে প্রত্যাগমন করিতে আরম্ভ করে; এবং এইরূপে দিনং যত সূর্য্যের নিকটগামী হয় ততই ইহার দীপ্তিমান্ অংশ কৃষ্ণপক্ষের চন্দ্রের ন্যায় ক্রমশঃ ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। এই প্রকারে শুক্র প্রায় ২১২ দিনে ঘ চিহ্নিত স্থান অবধি খ চিহ্নিত স্থান পর্য্যন্ত গমন করিয়া অবশেষে সূর্য্যের ঠিক সম্মুখে আইসে, অর্থাৎ এই সময়ে উহা পৃথিবী ও সূর্য্যের প্রায় মধ্যস্থলে সমাগত হয়

শুক্রের ভগণকাল।

শুক্র সংযোগ স্থান হইতে গমন করিয়া পুনরায় তথায় যে সময়ে আইসে তাহা গড় নিরূপণ করিতে পারিলে শুক্রের ভগণকাল নির্ণয় করা যাইতে পারে।

এক সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় সেই সংযোগ স্থানে আসিতে শুক্রের ৫৮৩.৫ দিন লাগে, এই সময়কে ট অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ কর। পৃথিবীর ভগণকাল ৩৬৫.২৫ দিন, এই সময়কে প অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ কর, শ শুক্রের ভগণকাল জ্ঞান কর। ইহা হইলে ২৩৬ পৃষ্ঠায় ১ম সংখ্যক সমীকরণের দ্বারা,

$$\frac{১}{প} + \frac{১}{ট} \quad \text{অথবা}$$

$$\frac{১}{শ} = \frac{১}{৩৬৫.২৫} + \frac{১}{৫৮৩.৫} = \frac{১}{২২৪.৭} \quad (১)$$

তজ্জন্য, শুক্রের ভগণকাল ২২৪.৭ দিন।

সূর্য্য হইতে শুক্রের অন্তর।

শুক্রের গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ দৃশ্যমান ব্যাস দ্বারা ইহার সূর্য্য হইতে কত অন্তর তাহা নির্ণয় করা যাইতে পারে।

সংযোগ সময়ে শুক্রের ব্যাস ৪″.৭ এবং বিপরীত সং-যোগ সময়ে শুক্রের ব্যাস ২৮″.৫।

যদ্যপি সূর্য্য হইতে শুক্রের অন্তর অ অব্যক্ত রাশি দ্বারা নির্দ্দেশ করা যায়, তাহা হইলে, ২৩৭ পৃষ্ঠায় সূর্য্য হইতে বুধের অন্তর নির্ণয়কালীন যে অনুপাত ব্যবহার করা গিয়াছে তদনুসারে,

$$১৫\frac{১}{৪} + অ : ১৫\frac{১}{৪} - অ :: ২৮''.৫ : ৪''.৭$$

এই অনুপাত দ্বারা সূর্য্য হইতে শুক্রের অন্তর = ৬৮২,৮১,০০০ মাইল।

শুক্রের ব্যাস।

শুক্রের ব্যাস নিম্ন লিখিত অনুপাতানুসারে প্রক্রিয়া করিলে নির্ণয় করা যাইতে পারে। যথা,

শুক্রের ব্যাস পরিমাণ : পৃথিবীর ব্যাস পরিমাণ :: শুক্রের দৃশ্যমান গরিষ্ঠ আকৃতি : গরিষ্ঠ চক্রবালীয় লম্বন × ২।

$$শুক্রের\ ব্যাসের\ পরিমাণ = ৭৯১২ \times \frac{৫৭''.০}{৫৯''.২} =$$

৭৬১৮ মাইল।

সপ্তম অধ্যায়।

মঙ্গল।

বুধের পর পৃথিবী; পৃথিবীর আকার ও গত্যাদি বিষয় তৃতীয় অধ্যায়ে বর্ণিত হইয়াছে, সুতরাং তাহার পুনরুল্লেখের আবশ্যকতা নাই।

পূর্ব্বোক্ত গ্রহগণের পর মঙ্গল*। এই গ্রহ অত্যন্ত গাঢ় বায়ুতে অনবরত পরিবৃত হইয়া রহিয়াছে, এই নিমিত্ত ইহার জ্যোতিঃ দেখিতে অতিশয় রক্তবর্ণ বোধ হয়। মঙ্গলের গমনীয় পথ পৃথিবীর কক্ষের বহির্দ্দেশে এই গ্রহ সূর্য্য হইতে প্রায় ১৪,৬০,০০,০০০ মাইল অন্তরে থাকিয়া ১ বৎসর ৩২১ দিন ১৭ হোরা ৩০ মিনিট ৪১ সেকণ্ডে সূর্য্যকে একবার পরিভ্রমণ করে। ইহার ব্যাস-পরিমাণ ৪১১৩ মাইল এবং ইহা স্বীয় অক্ষে

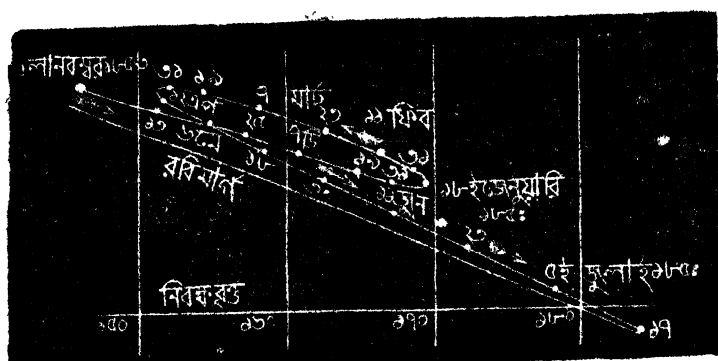
---

* ১৮৫৯ খৃঃ অঃ মার্চ্চ মাসে বল্‌কান নামক একটী গ্রহ আবিষ্কৃত হয়। উহা সূর্য্যমণ্ডল ও পৃথিবীমণ্ডল এই দুইয়ের মধ্য এক প্রদেশ দিয়া সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করে।

পরি ২৪ হোরা ৩৭ মিনিট ২৩ সেকণ্ডে একবার আবর্ত্তন করে। পৃথিবীর সান্দ্রতা ১ এক অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দেশ করিলে মঙ্গলের সান্দ্রতা ০.৯৫৪ হইবে।

মঙ্গল গ্রহের গমনীয় পথ অয়নমণ্ডল হইতে ১° ৫১´ ৬´´ অনন্ত। মঙ্গলগ্রহ স্বকীয় কক্ষোপরি লম্বভাবে অবস্থিত না হইয়া প্রায় ২৮° ২৭´ তির্য্যক-ভাবে থাকিয়া ভ্রমণ করে, এজন্য পৃথিবীর ন্যায় এই গ্রহে ঋতু সকলের সমুৎপত্তি ও পরিবর্ত্তন হইয়া থাকে। দূরবীক্ষণ দ্বারা দৃষ্টি করিলে মঙ্গল গ্রহে উত্তর ও দক্ষিণ মেরুপ্রদেশে, দুই শ্বেতবর্ণ ক্ষেত্র দৃষ্ট হইয়া থাকে। যখন মঙ্গলগ্রহে শীতঋতু উপস্থিত হয়, তখন ঐ ক্ষেত্রের অবয়ব বৃদ্ধি হইতে থাকে, এবং যখন অথায় গ্রীষ্ম ঋতু সমাগত হয়, তখন উহা হ্রাস হইতে থাকে। এপ্রযুক্ত কোনং জ্যোতির্ব্বিদেরা বিবেচনা করেন যে, পৃথিবীর ন্যায় ইহার মেরু প্রদেশ হিমানীপুঞ্জে অনবরত আবৃত হইয়া আছে; যখন সেই স্থানে সূর্য্যরশ্মি প্রক্ষিপ্ত হয়, তখন তাহার প্রভা দূরবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা পৃথিবীস্থ লোকদিগের দৃষ্ট হইয়া থাকে. এই কারণে ইহার মেরুপ্রদেশ অতিশয় দীপ্তিমান বোধ হয়; গ্রীষ্মকালে সূর্য্যাতপ দ্বারা সেই তুষার রাশি দ্রবীভূত হইয়া যায়, তখন কাযেকাযেই সেই উজ্জ্বলতার অনেক হ্রাস লক্ষিত হয়। মঙ্গল গ্রহের উপরিভাগে চন্দ্রের ন্যায় কলঙ্ক দেখিতে পাওয়া যায়. কতকগুলি কলঙ্ক কৃষ্ণবর্ণ আর কতকগুলি পীতের আভাযুক্ত লোহিত বর্ণ। পৃথিবীতে যে পরিমাণে সূর্য্যাতপ অনুভূত হয়, তাহার তৃতীয়াংশের কিঞ্চিদধিক এই গ্রহে উপলব্ধি হইয়া থাকে।

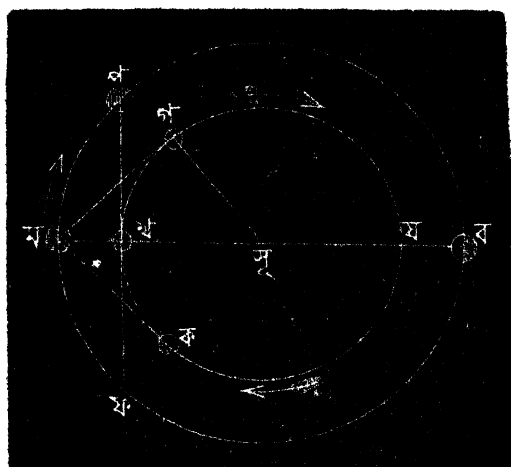
মঙ্গলের দৃশ্যমান গমনীয় পথ।

৪৫ শ চিত্র ক্ষেত্র

মঙ্গলগ্রহ স্বকীয় কক্ষে এক এক হোরায় প্রায় ৫৫২২১ মাইল ভ্রমণ করে। উহার গতি পশ্চিম হইতে পূর্ব্বাভিমুখ। কিন্তু মঙ্গল অপেক্ষা পৃথিবীর গতি অতিশয় বেগবান। মঙ্গলগ্রহ কখন পূর্ব্বদিক হইতে পশ্চিমদিকে কখন পশ্চিমদিক হইতে পূর্ব্বদিকে গমন করে; কখন বা স্থির থাকে। কখন মঙ্গলগ্রহ সূর্য্যোদয়ের অনেক পূর্ব্বে উদয় হয় কখন সূর্য্য অস্তের অনেক ক্ষণ পরে অস্ত যায়।

১৮৫৩ খৃঃ অঃ ১ লা নবম্বর অবধি ১৮৫৪ খৃঃ অঃ ৫ই জুলাই পর্য্যন্ত মঙ্গলের যে প্রকার গতি হইয়াছিল তাহা এই চিত্রক্ষেত্রে অঙ্কিত হইয়াছে। এতৎ দৃষ্টে মঙ্গলের দৃশ্যমান গমনীয় পথ এক প্রকার উপলব্ধি হইতে পারে।

মঙ্গলের ভগণকাল।

মঙ্গলের সম্মুখ সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় সেই স্থানে আসিতে যে সময় লাগে তাহা জানিতে পারিলে তাহার ভগণ কাল অনায়াসে নির্ণয় করিতে পারা যায়।

৫৪ শ চিত্রক্ষেত্র

এই চিত্রক্ষেত্রে সূ সূর্য্য, কখগঘ পৃথিবীর গমনীয় পথ বা কক্ষপ্রদেশ। বোধকর পৃথিবী খ চিহ্নিত স্থানে আছে, এবং মঙ্গল ম স্থানে সম্মুখ সংযোগাবস্থায় আছে; যদ্যপি মঙ্গল এই ম চিহ্নিত স্থানে স্থির হইয়া থাকে তাহা হইলে পৃথিবী খগঘক কক্ষ পরিভ্রমণ করিয়া পুনরায় মঙ্গল ও সূর্য্যের সমসূত্রে প্রবেশ করিবে। কিন্তু পৃথিবী যেমন নিয়ত পূর্ব্বদিকে গমন করিতেছে, সেইরূপ মঙ্গলও সেই দিকে ভ্রমণ করিয়া থাকে; এই নিমিত্ত পৃথিবী স্বকীয় কক্ষের চতুঃপার্শ্ব পরিভ্রমণ করিয়া আসিবার সময়ের মধ্যে মঙ্গল যে অংশ গমন করিয়াছে, পৃথিবীকেও সেই অংশ

অতিরিক্ত গমন করিতে হইবে। বোধ কর প পৃথিবীর ভগণ কাল, অ এই অব্যক্ত রাশিটী মঙ্গলের ভগণ কাল এবং ম মঙ্গলের সম্মুখ সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় সেই স্থান আসিতে যে সময় লাগে তাহা। তাহা হইলে, সূর্য্য হইতে দেখিলে পৃথিবী $\frac{৩৬০^{\circ}}{প}$ এবং বুধ $\frac{৩৬০^{\circ}}{অ}$ প্রত্যহ গমন করে বলিয়া বোধ হইবে, এবং $\frac{৩৬০^{\circ}}{প} - \frac{৩৬০^{\circ}}{অ}$ এই হারে পৃথিবী মঙ্গল অপেক্ষা অতিরিক্ত করিবে; গমন কিন্তু পৃথিবীর মঙ্গল অপেক্ষা গমন অতিরিক্ত $\frac{৩৬০^{\circ}}{ম}$ দ্বারাও বুঝায়। তন্নিমিত্তে, $\frac{৩৬০^{\circ}}{ম} = \frac{৩৬০^{\circ}}{প} - \frac{৩৬০^{\circ}}{অ}$।

এই সমীকরণে অ অব্যক্ত রাশির ফল ধার্য্য করিতে হইলে,

$$অ = \frac{ম \; প}{ম - প} \quad (১)$$

কিন্তু ম = ৭৮০ দিন এবং প = ৩৬৫$\frac{১}{৪}$। এই রাশি গুলি উপরি উক্ত সমীকরণে পরিবর্ত্তিত করিলে,

∴ অ অর্থাৎ মঙ্গলের ভগণ কাল = ৬৮৭ দিন।

যখন সূর্য্য ও মঙ্গলের মধ্যস্থলে পৃথিবীর সমাগম হয়, অর্থাৎ যখন পৃথিবী ও সূর্য্যের সমসূত্রে মঙ্গল অবস্থিতি করে তখন আমরা ইহাকে রাত্রি দ্বিতীয় প্রহরের সময় আমাদিগের মস্তকোপরি দেখিতে পাই, সুতরাং তখন প্রায় সমস্ত রাত্রিই ইহাকে আকাশ পথে ভ্রমণ করিতে দেখা যায়।

ম চিহ্নিত স্থান হইতে প চিহ্নিত স্থানে আসিতে মঙ্গলের ১০৪ দিন লাগে। যখন মঙ্গল প চিহ্নিত স্থানে অবস্থিতি করে তখন ইহাকে সন্ধ্যার সময়ে পশ্চিম দিকে দেখিতে পাওয়া যায়। অনন্তর মঙ্গল প চিহ্নিত স্থান হইতে ব চিহ্নিত স্থানে আসিলে মঙ্গল ও পৃথিবীর মধ্যস্থলে সূর্য্যের অবস্থিতি হয় এবং এই কালে এই গ্রহ সূর্য্যের প্রচণ্ড জ্যোতিঃ প্রভাবে দৃষ্টিগোচর হয় না। উপরি উক্ত স্থান ভ্রমণ করিতে মঙ্গলের ২৮৬ দিন লাগে। অনন্তর ব চিহ্নিত স্থান হইতে ফ চিহ্নিত স্থানে আসিতে মঙ্গলের ২৮৬ দিন লাগে। এই সময়ে ইহাকে শেষ রাত্রিতে পূর্ব্বদিকে উদয় হইতে দেখা যায়। ফ চিহ্নিত স্থান হইতে ম চিহ্নিত স্থানে আসিতে মঙ্গলের ১০৪ দিন লাগে এবং এই সময়ে আমরা উহাকে পূর্ব্বদিকে দেখিতে পাই। এইরূপে মঙ্গল ক্রমাগত ৭৮০ দিন পর্য্যন্ত নভোমণ্ডলে ভ্রমণ করিলে পুনরায় সূর্য্য ও মঙ্গলের মধ্যস্থলে পৃথিবীর সমাগম হয়।

সূর্য্য হইতে মঙ্গলের অন্তর।

পৃথিবী হইতে মঙ্গলের অন্তর জানিতে হইলে মঙ্গল যখন সম্মুখ সংযোগ স্থানে অর্থাৎ যখন ম চিহ্নিত স্থানে থাকে তখন ইহার চক্রবালীয় লম্বন অগ্রে জানা আবশ্যক। ঐ সময়ে মঙ্গলের চক্রবালীয় লম্বন ১৫″।

পৃথিবী হইতে মঙ্গলের অন্তর ঃ পৃথিবীর ব্যাস ঃ ঃ ২০৬২৬৫″ ঃ ২.×.১৫″।

তন্নিমিত্তে, যখন মঙ্গল ম চিহ্নিত স্থানে অবস্থিতি করে তখন ইহার পৃথিবী হইতে অন্তর=

$\frac{২০৬২৬৫}{৩০} \times ৭৯১২$ মাইল = ৫৪৩৯৯০০০।

ইহাতে সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অন্তর যোগ করিলে সূর্য্য হইতে মঙ্গলের অন্তর প্রাপ্ত হওয়া যায়। যথা,

সূর্য্য হইতে মঙ্গলের অন্তর =

৫৪৩৯৯০০০ + ৯৫২৫০০০০=১৪৯৬৪৯০০০ মাইল।

মঙ্গলের ব্যাস।

নিম্ন লিখিত অনুপাতানুসারে প্রক্রিয়া করিলে মঙ্গলের ব্যাসের পরিমাণ প্রাপ্ত হওয়া যায়। যথা-

মঙ্গলের ব্যাস (মাইল) : পৃথিবীর ব্যাস (মাইল) :: মঙ্গলের দৃশ্যমান ব্যাস (বিকলায়) : ২ × চক্রবালীয় লম্বন।

মঙ্গলের দৃশ্যমান ব্যাস ও চক্রবালীয় লম্বন র ও ল অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ করিলে;

মঙ্গলের ব্যাস (মাইল) = $\frac{র}{২ \times ল} \times ৭৯১২$।

মঙ্গলের দৃশ্যমান ব্যাস ১৫″.৫ এবং চক্রবালীয় লম্বন ১৫″, তন্নিমিত্তে,

মঙ্গলের ব্যাস = $\frac{১৫.৫}{৩০} \times ৭৯১২$ = ৪০৮৮ মাইল।

অষ্টম অধ্যায়।

বৃহস্পতি ।

গ্রহগণের মধ্যে বৃহস্পতি সর্ব্বাপেক্ষা বড়; ইহার ব্যাস-পরিমাণ প্রায় ৮৯২০৩ মাইল এবং যদিও ইহা সূর্য্য হইতে প্রায় ৪৯৫৫৮৬০০০ মাইল অন্তরে থাকিয়া তাহাকে পরিভ্রমণ করিতেছে, তথাপি ইহার জ্যোতিঃ পৃথিবী হইতে প্রায় শুক্রের জ্যোতির ন্যায় দৃষ্ট হইয়া থাকে। ১১বৎসর ৩১৪দিন ২০হোরা ২মিনিট ৭ সেকণ্ডে বৃহস্পতি এক বার সূর্য্যকে পরিভ্রমণ করে, সুতরাং বৃহস্পতির এক বৎসরে আমাদের প্রায় ১২ বৎসর হইয়া থাকে। ৯ হোরা ৫৫ মিনিট ২১.৩ সেকণ্ড সময়ের মধ্যে বৃহস্পতিমণ্ডল এক বার স্বীয় অক্ষোপরি ঘূর্ণিত হইয়া থাকে। বৃহস্পতির গমনীয় পথ অয়নমণ্ডল হইতে ১° ১৮ ৫২″ অবনত হইয়া আছে। এই গ্রহ আপন কক্ষোপরি প্রায় লম্বভাবে থাকিয়া ভ্রমণ করে; এজন্য ঐ গ্রহমণ্ডলে প্রায় ঋতু পরিবর্ত্তন হয় না। যে রূপ পৃথিবীকে একটী চন্দ্র পরিভ্রমণ করে; সেইমত বৃহস্পতির চারিটী চন্দ্র বা পারিপার্শ্বিক আছে। বৃহস্পতি পৃথিবী অপেক্ষা ১৪১৪ গুণ বৃহৎ। এই প্রকাণ্ড জড়পিণ্ড ভূম-

গুরু অপেক্ষা বৃহত্তর আর চারিটী জড়পিণ্ডকে সমভিব্যা-
হারে লইয়া নভোমণ্ডলে প্রতি ঘোরায় ২৫৫২০ মাইল
ভ্রমণ করিয়া থাকে। বৃহস্পতির আলোক বড় উজ্জ্বল নহে।
যখন উহা মধ্য রাত্রে মধ্যাকাশে উদিত হয়, অথবা সূর্য্যো-
দয়ের সময়ে যখন এই গ্রহ অস্তমিত হয়, কিম্বা সূর্য্যাস্ত
কালে যখন উহার উদয় হইয়া থাকে; তখন বৃহস্পতি
পৃথিবীর অতি নিকটবর্ত্তী হয়; এই কারণে সেই সময়ে
উহাকে অতিশয় উজ্জ্বল দেখায়। সূর্য্যমণ্ডলকে সাধা-
রণতঃ আমরা যত বড় দেখিতে পাই, বৃহস্পতি হইতে
উহাকে তাহার পঞ্চমাংশের কিঞ্চিৎ ন্যূন দেখায়; আর
পৃথিবীতে আমরা যে পরিমাণে সূর্য্যোত্তাপ উপভোগ করি
বৃহস্পতিতে তাহার পঁচিশ গুণ ন্যূন পরিমাণে উক্ত
উত্তাপ অনুভূত হইয়া থাকে।

দূরবীক্ষণ যন্ত্র সহকারে দৃষ্টি করিলে, বৃহস্পতি গ্রহের
গাত্রে কতকগুলি মলিন চিহ্ন ও মেঘাকারের ন্যায় কাল রেখা
দৃষ্ট হইয়া থাকে; কিন্তু ঐ সকল চিহ্নকে একস্থানে চিরদিন
থাকিতে দেখা যায় না। মেঘাকারের ন্যায় যে সকল দাগ
রেখা দৃষ্ট হয় উহারা সময়ে সময়ে ভিন্ন ভিন্ন আকার ধারণ
করে। কোন কোন জ্যোতির্ব্বিদেরা এই চিহ্ন সকলকে
বৃহস্পতির মেঘ বলিয়া সিদ্ধান্ত করেন এবং কেহবা ঐ সকল
চিহ্নকে উহার অবয়ব বিবেচনা করিয়া উহার প্রতি
অংশকে মেঘ বলিয়া নির্দ্দেশ করিয়াছেন। বৃহস্পতি গ্রহে-
র মধ্যভাগে পাংশুবর্ণ দীর্ঘাকার কতক গুলি কাল
কটিবন্ধের ন্যায় দৃষ্ট হয় এবং তাহার উত্তর ও দক্ষিণ
প্রান্তে ঐ রূপ ছোট বড় আর কতক গুলি রেখা
দৃষ্ট হইয়া থাকে। বৃহস্পতির উপগ্রহ গুলি চক্ষু

দৃষ্ট হয় না কেবল দূরবীক্ষণ দ্বারা দেখা যায়। যে মুখে বৃহস্পতির গতি হয় সে মুখে ঐ চারিটী উপগ্রহেরও গতি হইয়া থাকে। এবং সেই গতি ক্রমে যখন উহারা বৃহস্পতির ছায়াতে প্রবেশ করে, তখন উহাদিগকে পৃথিবী হইতে দেখা যায় না। সেই সময়ে ঐ সকল অন্তর্হিত উপগ্রহে চন্দ্র গ্রহণের ন্যায় গ্রহণের সঞ্চার হয়। প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় উপগ্রহ যতবার বৃহস্পতিকে পরিভ্রমণ করে, প্রায় ততবার ঐ রূপ গ্রহণ হইয়া থাকে, কিন্তু এককালে কখন তাহাদিগের সকলের গ্রহণ হয় না, চতুর্থ চন্দ্রের কক্ষদেশ কিঞ্চিৎ তির্য্যক্ ভাবে সংস্থাপিত, এনিমিত্ত তাহার গ্রহণের সঞ্চার সর্ব্বদা দৃষ্ট হয় না। বৃহস্পতিতে সূর্য্যাতপের প্রভাব অতি অল্প, কিন্তু চারিটী উপগ্রহের কিরণে ইহার অন্ধকার দূরীকৃত হয়।

এই সকল উপগ্রহ বৃহস্পতি হইতে যত অন্তরে থাকিয়া ভ্রমণ করিতেছে এবং যে কাল মধ্যে বৃহস্পতিকে একবার পরিভ্রমণ করে এবং তাহাদের ব্যাস-পরিমাণ ও আয়তন সমষ্টি কত তাহার বিবরণ নিম্নে প্রদর্শিত হইল।

১১শ তালিকা।

উপগ্রহ	বৃহস্পতি হইতে যত মাইল অন্তরে স্থিতি	বৃহস্পতিকে পরিভ্রমণ করিতে যে সময় লাগে	ব্যাস পরিমাণ মাইলে	আয়তন সমষ্টি বৃহস্পতি = ১
১ম	২৫৯১৭০	৪২ ৪৭ ঘোরা	২৪৩৭	$\frac{১}{৫৬৮০৩}$
২য়	৪১২৩৫২	৮৫ ২৩ ,,	২১৮৮	$\frac{১}{৪৩১০৩}$
৩য়	৬৫৭৭৩৪	১৭১.৭২ ,,	৩৫৭৫	$\frac{১}{১১২৯৯}$
[illegible]	[illegible]	৪০০ ৫৩ ,	৩০৫৯	$\frac{১}{২৩৪১৯}$

বৃহস্পতির ভগণকাল।

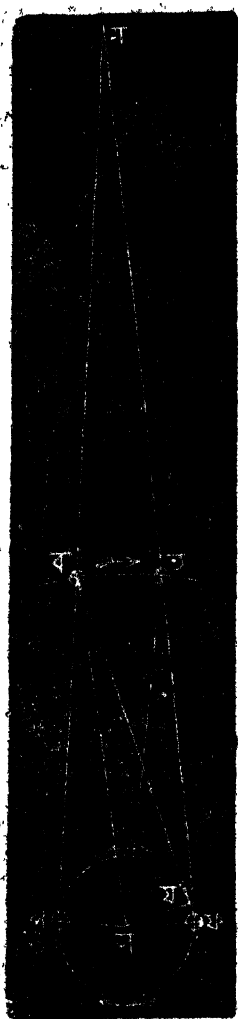
মঙ্গলগ্রহের ভগণকাল যে প্রকারে ২৫০ পৃষ্ঠার ১ম সংখ্যক সমীকরণ দ্বারা নির্ণয় করা গিয়াছে সেই রূপে বৃহস্পতিরও ভগণকাল ধার্য্য করা যাইতে পারে। কোন সম্মুখ সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় তথায় আসিতে বৃহস্পতির ৩৯৮.৮ দিন লাগে।

এইহেতু বৃহস্পতির ভগণ কাল (অ) = $\frac{\text{ম}\quad\text{প}}{\text{ম} - \text{প}}$ =

$$\frac{৩৯৮.৮৮ \times ৩৬৫.২৫}{৩৯৮.৮৮ - ৩৬৫.২৫} = ৪৩৩২ \text{ দিন।}$$

সূর্য্য হইতে বৃহস্পতির অন্তর।

সূর্য্য হইতে বুধ, শুক্র ও মঙ্গল গ্রহের অন্তর যেমন চক্রবালীয় লম্বন দ্বারা নির্ণয় কারা গিয়াছে, বৃহস্পতির অন্তর তদ্দ্বারা নির্ণয় করা যাইতে পারে না; কারণ বৃহস্পতি সূর্য্য হইতে অনেক অন্তরে আছে। এই নিমিত্ত এই গ্রহের ও যাহাদিগের কথা পশ্চাৎ উল্লেখ করা যাইবে তাহাদিগের অন্তর অন্য এক স্বতন্ত্র নিয়ম অর্থাৎ বার্ষিক লম্বন দ্বারা নির্ণয় করা যাইতে পারে।

৪৭ অঙ্ক চিত্র ক্ষেত্র

এই পার্শ্বে যে চিত্রক্ষেত্র প্রকাশিত হইল, ইহাতে প পৃথিবী, ব * বৃহস্পতি, পব রেখা পস রেখার সহিত সমকোণি এবং পব পৃথিবীর কক্ষের স্পর্শ রেখা। ব চিহ্ন হইতে পৃথিবীর কক্ষে আর একটী স্পর্শরেখা ব য অঙ্কিত কর। যদি বৃহস্পতি স্থির হইয়া থাকে আর পৃথিবী য চিহ্নিত স্থানে আইসে তাহা হইলেও বৃহস্পতি বৃত্তপাদে অবস্থিত হইবে। প চিহ্ন হইতে য চিহ্নিত স্থানে আসিতে পৃথিবীর যে সময় লাগে তাহা নির্ণয় করিয়া প স য কোণটীর অনায়াসে পরিমাণ করা যাইতে পারে। বৃহস্পতির মধ্যস্থ প ব য কোণটী প স য কোণের ক্রোড়স্থ কোণ, প ব স কোণ যাহা প ব য কোণের অর্দ্ধ তাহাই বৃহস্পতির বার্ষিক লম্বন। এই প ব স কোণের পরিমাণ দ্বারা প স রেখা সম্বন্ধে স ব রেখার নিরূপিত পরিমাণ অনায়াসে ধার্য্য করা যাইতে পারে।

* বৃহস্পতি ব চিহ্নিত স্থানে থাকিলে উহাকে বৃত্তপাদে অবস্থিত বলা যায়।

কিন্তু পৃথিবীর ন্যায় বৃহস্পতিও পূর্ব্বাভিমুখে গমন করিয়া থাকে, তজ্জন্য যেমন পৃথিবী প চিহ্নিত স্থান হইতে য স্থানে আসিয়াছে, সেইরূপ বৃহস্পতিও সেই কালে ব চিহ্নিত স্থান হইতে ভ স্থানে আসিবে। সুতরাং বৃহস্পতি পুনরায় বৃত্তপাদ স্থানে আসিবার পূর্ব্বে পৃথিবীকে য চিহ্নিত স্থান হইতে ভ স্থানে যাইতে হইবে। যখন পৃথিবীর প চিহ্নিত স্থানে স্থিতি ছিল তখন বৃহস্পতির পশ্চিম বৃত্তপাদে স্থিতি ছিল; আর যখন পৃথিবী ফ স্থানে অবস্থিতি করিয়াছে তখন বৃহস্পতি পূর্ব্ব বৃত্তপাদে অবস্থিতি করিয়াছে। পশ্চিম বৃত্তপাদ হইতে পূর্ব্ব বৃত্তপাদে আসিতে বৃহস্পতির ১৭৪.৬৬ দিন লাগে। বৃহস্পতি $\frac{৩৬০^\circ}{ব}$ করিয়া প্রত্যহ গমন করিয়া থাকে; এজন্য পশ্চিম বৃত্তপাদ হইতে পূর্ব্ব বৃত্তপাদে আসিতে বৃহস্পতি

$$\frac{৩৬০^\circ}{ব} \times ১৭৪.৬৬ = ০^\circ.০৮৭৩ \times ১৭৩.৬৬ = ১৪^\circ ৩০^\prime$$ ভ্রমণ

করে। তন্নিমিত্তে ব ম ভ কোণের পরিমাণ ১৪° ৩০′। এবং পমফ কোণ অর্থাৎ পৃথিবী ও বৃহস্পতির দুই বৃত্তপাদের যে কোণ নিষ্পাদিত হইয়াছে তাহার ক্রোড়স্থ কোণ পমফ।

পৃথিবী $\frac{৩৬০^\circ}{প}$ পরিমাণে প্রত্যহ গমন করিয়া থাকে;

$$\text{এই জন্য } প স ফ = \frac{৩৬০^\circ}{৩৬৫.২৫} \times ১৭৪.৬৬ =$$

$$০^\circ.৯৮৫ \times ১৭৪.৬৬ = ১৭২^\circ ২^\prime;$$

$$\text{তন্নিমিত্তে } প ম ফ = ৭^\circ ৫৮^\prime।$$

কিন্তু স ব ম ভ চতুর্ভুজের চারিকোণের সমষ্টি পরিমাণ ৩৬০°. সুতরাং সবম কোণ ও সভম কোণ পরস্পর সমান।

৩৬০° হইতে ব স ভ ও ব ম ভ কোণের যোগ পরিমাণ বিয়োগ করিয়া ২ দিয়া ভাগ করিলে স ব ম কোণের পরিমাণ পাওয়া যায়। যথা,

$$স ব ম = \frac{৩৬০^\circ - ৭^\circ ৫৮' - ১৪^\circ ৩০'}{২} = ১৬৮^\circ ৪৬'$$

তন্নিমিত্তে স ব প কোণ অর্থাৎ বৃহস্পতির বার্ষিক লম্বন = ১৮০° − ১৬৮° ৪৬′ = ১১° ১৪′। কিন্তু স ব প ত্রিভুজ দ্বারা বৃহস্পতির সূর্য্য হইতে অন্তর উপলব্ধি হয়, যথা,

$$স ব = \frac{স প}{সাইন ১১^\circ ১৪'} = \frac{৯৫৩৬৮৪৬০}{সাইন ১১^\circ ১৪'} =$$

৪৮৯৫৫৯০০০ মাইল।

এই নিয়মটী ত্রিকোণমিতিমূলক।

বৃহস্পতির ব্যাস।

নিম্নলিখিত অনুপাতানুসারে প্রক্রিয়া করিলে বৃহস্পতির ব্যাস পরিমাণ করা যাইতে পারে।

বৃহস্পতির ব্যাস : পৃথিবী হইতে বৃহস্পতির অন্তর :: বৃহস্পতির গরিষ্ঠ দৃশ্যমান ব্যাস বিকলায় : ২০৬২৬৫″

সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অপেক্ষা বৃহস্পতির অন্তর ৫.১৩ গুণ বেশী; এই কারণে যখন পৃথিবী সূর্য্য ও বৃহস্পতির মধ্যে স্থিতি করে তখন পৃথিবী হইতে বৃহস্পতির অন্তর সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অন্তর অপেক্ষা ৪.১৩ গুণ বেশী। আর বৃহস্পতির গরিষ্ঠ দৃশ্যমান ব্যাস ৪৫″। তন্নিমিত্তে,

$$বৃহস্পতির\ ব্যাসের\ পরিমাণ = \frac{৪.১৩ \times ৯৫৩৬৮৪৬০ \times ৪৫''}{২০৬২৬৫''}$$

= ৮৫৯৩০ মাইল

নবম অধ্যায়।

শনৈশ্চর।

এই গ্রহ সূর্য্য হইতে প্রায় ৯০৮৭২৩০০০ মাইল অন্তরে থাকিয়া প্রায় ২৯ বৎসর ১৬৬ দিন ২৩ হোরা ১৬ মিনিট ৩২ সেকণ্ড সময়ে সূর্য্যকে একবার পরিভ্রমণ করে। এই সময়কে শনির ভোগকাল বা শনির বৎসর কহে। ইহার ব্যাসের পরিমাণ প্রায় ৭৯৩৮২ মাইল, আর আবৃত্তি কাল অর্থাৎ যে কাল মধ্যে ইহা স্বীয় মেরুদণ্ডের চতুঃপার্শ্বে একবার ঘুরিয়া আইসে তাহা ১০ হোরা ২৯ মিনিট ১৭ সেকণ্ড নিরূপিত হইয়াছে।

শনি গ্রহের গমনীয় পথের সহিত অয়নমণ্ডলের ১° ২৯′ ৫০″ বক্রতা আছে। এই গ্রহ আপন কক্ষের সমতল হইতে প্রায় ২৬° ১০′ ৪৭″ তির্য্যক্ ভাবে অবস্থিত হইয়া ভ্রমণ করে।

পৃথিবীতে যে পরিমাণে আমরা সূর্য্যোত্তাপ উপভোগ করিয়া থাকি, তাহার অশীতিতম অংশ শনিগ্রহে সঞ্চারিত হইয়া থাকে। বৃহস্পতির ন্যায় শনৈশ্চরের মধ্যে মধ্যে সচল মলিন চিহ্ন সকল দৃষ্ট হইয়া থাকে। এই গ্রহ প্রতিহোরায় ১০৩৬০ মাইল গমন করিয়া থাকে।

অতিশয় দূরতা প্রযুক্ত শনৈশ্চরের কিরণ পৃথিবীতে অতি ম্লানভাবে প্রকাশ হইয়া থাকে, সুতরাং নক্ষত্র সকল হইতে ইহাকে প্রভেদ করা যায় না; কিন্তু দূর-

দূরবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা শনিগ্রহ দেখিলে উহাকে অতি আশ্চর্য্য দেখায়। শনৈশ্চর তিনটী চক্র বা অঙ্গুরীয় মধ্যে স্থিত। এই চক্রত্রয়ের মধ্যে দুইটী উজ্জ্বল ও একটী দীপ্তিহীন; এই চক্রত্রয় শনিমণ্ডল হইতে বহু দূরে অবস্থিত ও পরস্পর সংলগ্ন নহে। এই তিন অঙ্গুরীয়ের বহির্দ্দিকে আটটী উপগ্রহ শনৈশ্চরকে নিয়ত পরিভ্রমণ করিতেছে। ঐ আটটী পারিপার্শ্বিক অষ্ট চন্দ্রের স্বরূপ শনৈশ্চরের অন্ধকার নিরাকৃত করিতেছে। এবং তাহারা কখন একবারে কখন বা পৃথক্ পৃথক্ উদয় হইয়া সর্ব্বদাই শনিমণ্ডলকে আলোকময় করিতেছে। পৃথিবীর চন্দ্রের ন্যায় এই সকল চন্দ্রের নিয়তই গ্রহণ হইয়া থাকে। ইহারা শনৈশ্চর হইতে যত অন্তরে থাকিয়া যে যে সময়ে ঐ গ্রহকে পরিভ্রমণ করে তাহার পরিমাণ নিম্নে ২৬৩ পৃষ্ঠায় প্রদর্শিত হইল।

শনৈশ্চরের ভগণকাল।

মঙ্গল ও বৃহস্পতির ভগণ কাল যে প্রকারে ২৫০ পৃষ্ঠার ১ম সংখ্যক সমীকরণ দ্বারা নির্ণয় করা গিয়াছে, সেইরূপে শনিরও ভগণ কাল নির্ণয় করা যাইতে পারে।

পৃথিবীর ভগণ কাল ৩৬৫.২৫ দিন আর শনৈশ্চরের সম্মুখ সংযোগ স্থান ত্যাগ করিয়া পুনরায় তথায় আসিতে ৩৭৮.০৮ দিন লাগে।

অতএব শনৈশ্চরের ভগণ কাল

$$(অ) = \frac{স\ শ}{স - শ} = \frac{৩৭৮.০৮ \times ৩৬৫.২৫}{৩৭৮.০৮ - ৩৬৫.২৫} = ১০৭৬৩দিন।$$

১২শ তালিকা ।

সংখ্যা	উপগ্রহের নাম	শনিগ্রহ পরিভ্রমণ করিতে যে সময় লাগে				শনি হইতে যত মাইল অন্তরে স্থিতি
		দিন	হোরা	মিনিট	সেকণ্ড	
১ম	মিমাস	,,	২২	৩৭	২২.৯	১২১২৪৪
২য়	এন্‌সিলাডশ	১	৮	৫৩	৬.৭	১৫৫৫৭০
৩য়	টিথিশ	১	২১	১৮	২৫.৭	২১২৬১২
৪র্থ	ডাইয়ন	২	১৭	৪১	৮.৯	২৪৩৭৪০
৫ম	রিয়া	৪	১২	২৫	১০.৮	৩৪৪৬০০
৬ষ্ঠ	টাইটান	১৫	২২	৪১	২৫.২	৭৯৮৯১২
৭ম	হাইপিরিয়ান	২২	১২			১৭০৮৪৪০
৮ম	যাপিটস	৭৯	৭	৫৩	৪০.৪	২৩২৮৫১৬

সূর্য্য হইতে শনির অন্তর।

যেমন সূর্য্য হইতে বৃহস্পতির অন্তর বার্ষিক লম্বন দ্বারা নির্ণয় করা গিয়াছে, সেই রূপ শনির বার্ষিক লম্বন দ্বারা ইহার সূর্য্য হইতে অন্তর নির্ণয় করা যায়। শনৈশ্চরের বার্ষিক লম্বন ৬° ১′; সুতরাং সূর্য্য হইতে ইহার অন্তর ৯০৮৭২৩০০০ মাইল; অর্থাৎ সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অন্তর অপেক্ষা ৯.৫৪০৮ গুণ অধিক।

শনৈশ্চরের ব্যাস।

নিম্ন লিখিত অনুপাতানুসারে প্রক্রিয়া করিলে শনির ব্যাস-পরিমাণ নির্ণয় করা যাইবে। যথা,

শনির ব্যাস (মাইলে) : শনির অন্তর (মাইলে) :: শনির দৃশ্যমান গরিষ্ঠ ব্যাস (বিকলায়) : ২০৬২৬৫″।

শনির দৃশ্যমান ব্যাস ১৭″.৯৯১ আর যখন পৃথিবী শনি ও সূর্য্যের মধ্যে সমসূত্রে স্থিতি করে তখন পৃথিবী হইতে শনির অন্তর ৮১৩৫০০০০০ মাইল। তবেই,

শনির ব্যাসের পরিমাণ $\frac{১৭''.৯৯১}{২০৬২৬৫''} \times ৮১৩৫০০০০০$

$= ৭০৯৫৬$ মাইল।

দশম অধ্যায়।

য়ুরেনস বা হর্শেল।

১৭৮১ খৃঃ অঃ ১৩ই মার্চ্চ দিবসে হর্শেল সাহেব নভোমণ্ডল পর্য্যবেক্ষণ করিতেং এই গ্রহ আবিষ্কার করেন। যৎকালে হর্শেল এই নূতন গ্রহ আবিষ্কার করেন তৎকালে তৃতীয় জর্জ ইংলণ্ডের অধীশ্বর ছিলেন। হর্শেল তাঁহার মর্য্যাদা বর্দ্ধনের নিমিত্ত তদীয় নামানুসারে স্বাবিষ্কৃত নক্ষত্রের নাম রাখিলেন জর্জ্জিয়ম সাইডস্ অর্থাৎ জর্জ্জ নক্ষত্র। কিন্তু ইয়ুরোপের প্রদেশান্তরীয় জ্যোতির্ব্বিদেরা ইহার য়ুরেনস এই নাম নির্দ্দেশ করিয়াছেন, কেহবা আবিষ্কার-কর্ত্তার নামানুসারে এই গ্রহকে হর্শেলও বলিয়া থাকে। সূর্য্য হইতে এই গ্রহের দূরতা প্রায় ১,৮২,২০,০০,০০০ মাইল, ইহার ব্যাস-পরিমাণ প্রায় ৩৪,৫০৬ মাইল। পৃথিবীতে ৮৪ বৎসর ৫ দিন ১১ হোরা ৪১ মিনিট ৩৬ সেকণ্ড গত হইলে ইহার এক বৎসর পূর্ণ হয়; অর্থাৎ ঐ দীর্ঘকালে এই গ্রহ সূর্য্যকে একবার পরিভ্রমণ করে। হর্শেলগ্রহের গমনীয় পথ অয়নমণ্ডল হইতে ০° ৪৬′ ২৮″ অবনত। এই গ্রহ প্রতি হোরায় ১৫,০০০ মাইল গমন করিয়া থাকে। অধিকশক্তিক দূরবীক্ষণ দ্বারা ইহাকে অবলোকন করিলে

ইহার শুভ্র জোতির সহিত ঈষৎ নীলবর্ণের আভা দৃষ্ট হইয়া থাকে। পৃথিবীতে আমরা যে পরিমাণে সূর্য্যোত্তাপ উপভোগ করিয়া থাকি, এই গ্রহমণ্ডলে তাহার তিনশত চতুঃষষ্ঠিতম অংশমাত্র সঞ্চারিত হয়। শনৈশ্চরের ন্যায় এই গ্রহের চতুঃপার্শ্বে আটটী উপগ্রহ নিয়ত পরিভ্রমণ করিতেছে, এবং আমাদিগের চন্দ্রের ন্যায় উহারা স্ব২ কিরণদ্বারা ঐ গ্রহমণ্ডলকে অনবরত আলোকময় করিতেছে। এই সকল উপগ্রহের আবর্ত্তনকালের ও গ্রহমণ্ডল হইতে ইহাদিগের দূরতার পরিমাণ ২৬৭ পৃষ্ঠায় প্রদর্শিত হইল।

য়ুরেনসের ভগণ কাল

মঙ্গল, বৃহস্পতি ও শনির ভগণকাল যে প্রকারে ২৫০ পৃষ্ঠার ১ম সংখ্যক সমীকরণ দ্বারা নির্ণয় করা গিয়াছে, সেইরূপে য়ুরেনসেরও ভগণকাল ধার্য্য করা যাইতে পারে। কোন সম্মুখ সংযোগ স্থান হইতে পুনরায় তথায় আসিতে য়ুরেনসের ৩৬৯.৬৫ দিন লাগে। আর পুর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে পৃথিবীর ভগণকাল ৩৬৫.২৫ দিন, অতএব য়ুরেনসের ভগণকাল যদি অ অক্ষর দ্বারা নির্দ্দেশ করা যায়, তাহা হইলে

$$অ = \frac{ম \cdot প}{ম - প} = \frac{৩৬৯.৬৫ \times ৩৬৫.২৫}{৩৬৯.৬৫ - ৩৬৫.২৫} = ৩০৬৮৫ \text{ দিন।}$$

১৩শ তালিকা।

উপগ্রহ	উপগ্রহের গ্রহাবর্ত্তন কাল				গৃহমণ্ডলহইতেউপগ্রহের দূরতাপরিমাণ
	দিন	হোরা	মিনিট	সেকণ্ড	
১ম	২	১২			১১৩১০০
২য়	৪				২২৫২০০
৩য়	৫	২১			২৩০৩৩৪
৪র্থ	৮	১৬	৬	৩১,৩	২৯৮৮৩৮
৫ম	১০	২৩			৩৪৮৩৯৮
৬ষ্ঠ	১৩	১১	৭	১২.৬	৩৯৯৪৩৪
৭ম	৩৮	২			৭৯৮৯২০
৮ম	১০৭	১২			১৫৯৭৭৩৬

সূর্য্য হইতে য়ুরেনসের অন্তর।

সূর্য্য হইতে বৃহস্পতি ও শনির অন্তর যেমন তাহাদের বার্ষিক লম্বন দ্বারা নির্ণয় করা হইয়াছে, সেইরূপ সূর্য্য হইতে য়ুরেনসের অন্তরও তাহার বার্ষিক লম্বন দ্বারা নির্ণয় করা যাইতে পারে; কিন্তু এস্থলে কেপ্লারের তৃতীয় নিয়ম অবলম্বন করা গেল।

পৃথিবীর মাধ্যান্তর সম্বন্ধে অন্যান্য গ্রহের মাধ্যান্তরের ঘণের সহিত উহাদিগের ভগণকালের বর্গের সমান নিষ্পত্তি হয়। বুধ অবধি শনি পর্য্যন্ত কএক গ্রহের ভগণকালের বর্গকে মাধ্যান্তরের ঘণের দ্বারা ভাগ করিয়া যে ভাগফল প্রাপ্ত হওয়া গিয়াছে সেই গুলির মধ্য সংখ্যা ১৩৩৩১১।

যদি অ য়ুরেনসের ভগণকাল ও ম সূর্য্য হইতে পৃথিবীর মাধ্যান্তর সম্বন্ধে য়ুরেনসের মাধ্যান্তর জ্ঞান করা যায়। তাহা হইলে, $\frac{অ^{২}}{ম^{৩}} = ১৩৩৩১১$;

এই সমীকরণে অ রাশির ফল তৎপরিবর্ত্তে রাখিলে ম রাশির ফল ধার্য্য হইতে পারে, যথা—

$$ম = \sqrt[৩]{\frac{(৩০৬৮৭)^{২}}{১৩৩৩১১}} = ১৯.১৮৩৫।$$

যদি সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অন্তর (১) এক ধরা যায়, তাহা হইলে, সূর্য্য হইতে য়ুরেনসের অন্তর পৃথিবীর অন্তর অপেক্ষা ১৯.১৮৩৫ গুণ অধিক হইবে।

য়ুরেনসের ব্যাস।

নিম্ন লিখিত অনুপাতানুসারে প্রক্রিয়া করিলে য়ুরেনসের ব্যাস পরিমাণ করা যাইতে পারে। যথা,

য়ুরেনসের ব্যাস (মাইলে) : সূর্য্য হইতে য়ুরেনসের অন্তর (মাইলে) :: য়ুরেনসের গরিষ্ঠ দৃশ্যমান ব্যাস (বিকলায়) : ২০৬২৬৫″।

য়ুরেনসের গরিষ্ঠ দৃশ্যমান ব্যাস = ৪″।

সূর্য্য হইতে য়ুরেনসের অন্তর পৃথিবীর অন্তর অপেক্ষা ১৯.১৮৩৫ গুণ এবং সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অন্তর পৃথিবীর ব্যাস অপেক্ষা ১২০৩২ গুণ বেশী। তন্নিমিত্তে,

য়ুরেনসের ব্যাস

$$\frac{১৯.১৮২৩৯ \times ১২০৩২ \times ৭৯১২ \times ৪''}{২০৬২৬৫''} = ৩৫৪২ \text{ মাইল}$$

একাদশ অধ্যায়।

নেপ্‌চুন গ্রহ।

এক্ষণে জ্যোতির্ব্বিদ্যার যতদূর পর্য্যন্ত উন্নতি হইয়াছে তৎসহকারে এই পরিজ্ঞান হয় যে নেপচুনের এই সৌর জগতের প্রান্ত ভাগে অবস্থিতি। এই গ্রহ যে প্রকারে আবিষ্কার হয় তাহার স্থূল বিবরণ এই। ১৭৮১ খৃঃ অ হর্শেল সাহেব য়ুরেনস নামক গ্রহ আবিষ্কার করিলে প তিনি বৃহস্পতি ও শনৈশ্চরের পরস্পর আকর্ষণশক্তি নিরূপণ করেন; অনন্তর য়ুরেনসের কক্ষদেশ নিরূপণ করেন। এই কক্ষে য়ুরেনসকে কিছুকাল ভ্রমণ করিতে দেখা যায়। পরে ঐ গ্রহ এই নিরূপিত কক্ষ অতিক্রম পূর্ব্বক ভ্রমণ করিতে আরম্ভ করে। এই অদ্ভুত ঘটনা দেখিয়া পারিস নগরীয় সুবিখ্যাত জ্যোতির্ব্বিদ্ লাবেরীয়র প্রভৃতি কতিপয় মহানুভাব ব্যক্তি এইরূপ বিবেচনা করেন, যে য়ুরেনসের কক্ষের বহির্দ্দেশে অবশ্যই অন্য কোন গ্রহ থাকিবে, এবং সেই অজ্ঞাত গ্রহের আকর্ষণ দ্বারা য়ুরেনসের কক্ষ এইরূপে বিচালিত হইতেছে। এই প্রকার অনুভব করিয়া লাবেরীয়র ঐ অনাবিষ্কৃত গ্রহের স্থান গণনা করিতে প্রবৃত্ত হন, এবং কিছু দিন পরে তাহা নির্ণয়

করেন। কিন্তু তাঁহার নিকট দূরবীক্ষণ ছিল না, এপ্র-
যুক্ত তিনি ঐ স্থানকে প্রত্যক্ষ করিতে না পারিয়া বর্লিন
নগরের জ্যোতির্ব্বিদ ডাক্তর গাল সাহেবকে স্বীয় গণনার
সমস্ত বিবরণ সম্বলিত এইরূপ এক পত্র লেখেন যে,
বাস্তবিক যদি কোন অজ্ঞাত গ্রহের আকর্ষণ দ্বারা য়ুরে-
নসের কক্ষ বিচলিত হইয়া থাকে, তাহা হইলে, ঐ
গ্রহ এক্ষণে গগণমণ্ডলের অমুক স্থানে অবশ্যই থাকিবে,
আপনি সেই স্থান অনুসন্ধান করিয়া দেখিবেন।

ডাক্তর গাল ১৮৪৬ খৃঃ অঃ ২৩এ সেপটম্বরে এই
পত্র প্রাপ্ত হইয়া সেই রাত্রিতেই গগণমণ্ডলের উল্লিখিত
স্থানউৎকৃষ্ট দূরবীক্ষণ দ্বারা নিরীক্ষণ করিতে আরম্ভ করেন,
এবং সেই রাত্রিতেই ঐ অনাবিষ্কৃত গ্রহকে লাবেরীয়র
কর্তৃক নির্দ্দেশিত স্থানেই দেখিতে পান। এইরূপে এই
গ্রহ আবিষ্কৃত হইলে পর, জ্যোতির্ব্বিদ্গণ পর্য্যবেক্ষণ
ও গণনাদ্বারা ইহার বিষয়ে যাহা অবগত হইয়াছেন
তদ্বৃত্তান্ত নিম্নে কিছু লেখা যাইতেছে।

পৃথিবী সূর্য্য হইতে যত অন্তরে আছে তদপেক্ষা
এই গ্রহ প্রায় ৩০ গুণ অর্থাৎ ২,৮৫,০০,০০,০০০ মাইল
অন্তরে থাকিয়া ১৬৪ বৎসর ২২৬ দিনে ইহা সূর্য্যকে
একবার পরিভ্রমণ করে। ইহার ব্যাসপরিমাণ ৪১,৫০০
মাইল।

আমরা পৃথিবী হইতে শুক্রগ্রহকে যত বড় দেখিতে
পাই, এই গ্রহমণ্ডলে সূর্য্যের প্রায় সেইরূপ অবয়ব
উপলব্ধি হইয়া থাকে।

নেপচুনগ্রহে যে সূর্য্যরশ্মি পতিত হয়, তাহার প্রাখর্য্য
পৃথিবীস্থ সূর্য্যাতপের প্রাখর্য্যের সহস্র ভাগের একভাগ

মাত্র। পৃথিবীর সুরা তৈল প্রভৃতি অতি-তরল দ্রবদ্রব্য তথায় নীত হইলে প্রস্তরবৎ কঠিন হইয়া যায় তাহার সন্দেহ নাই। তবে এই দূরবর্ত্তী গ্রহে তেজ উৎপন্ন হইবার জন্য কোন উপায় আছে কি না বলা যায় না।

১৮৪৬ খৃঃ অব্দের অক্টোবর মাসে লাসেল সাহেব এই গ্রহের দুইটী পারিপার্শ্বিক আবিষ্কার করেন। তন্মধ্যে একটী অন্যান্য জ্যোতির্ব্বিদ কর্ত্তৃক দৃষ্ট হইয়াছে। এই উপগ্রহ নেপচুন হইতে ২,২১,৭৫১ মাইল অন্তরে থাকিয়া ৫ দিন ২১ হোরা ৭ মিনিটে তাহাকে একবার পরিভ্রমণ করে। এই উপগ্রহের গমনীয় পথ অয়নমণ্ডল হইতে ৩৪° ৭′ অবনত।

নেপচুনের ভগণকাল।

নেপচুন সূর্য্য হইতে এত অন্তরে আছে যে, পৃথিবী ইহার কক্ষের মধ্যবর্ত্তী বলিলেও ভ্রমের শঙ্কা হয় না। পৃথিবী আপন কক্ষে একবার পরিভ্রমণ করিয়া আসিলে নেপচুনের কেবল ২.°১৮৭ অগ্রবর্ত্তী হয়; এজন্য গণিতের সঙ্কেতানুসারে এইরূপে নির্দ্দেশ করা যাইতে পারে। যথা,

$$\text{নেপচুনের ভগণকাল} = \frac{৩৬০^\circ}{২.১৮৭} = ১৬৪.৬১ \text{ বৎসর।}$$

সূর্য্য হইতে নেপচুনের অন্তর।

সূর্য্য হইতে নেপচুনের অন্তর কেপ্লারের তৃতীয় নিয়ম দ্বারা নির্ণয় করা যাইতে পারে। যথা,

যদি অ দ্বারা নেপচুনের ভগণ কাল ও ম দ্বারা সূর্য্য হইতে পৃথিবীর মাধ্যান্তর সম্বন্ধে নেপচুনের মাধ্যান্তর নির্দ্দেশ করা যায়, তবে ২য় তালিকা দ্বারা বুধ অবধি শনি পর্য্যন্ত কএক গ্রহের ভগণকালের বর্গকে মাধ্যান্তরের ঘণের দ্বারা ভাগ করিয়া যে ভাগ ফল প্রাপ্ত হওয়া গিয়াছে সেই গুলির মধ্য সংখ্যা ১·৩৩৩৯১। তন্নিমিত্তে,

$$\frac{অ^{২}}{৩} = ১৩৩৩৯১;$$

$$এই জন্য \quad ম = \sqrt[৩]{\frac{(৬০১২৬.৭১)^{২}}{১৩৩৩৯১}} = ৩০.০৩৭৯;$$

অর্থাৎ সূর্য্য হইতে নেপচুনের অন্তর পৃথিবীর অন্তর অপেক্ষা ৩০.০৩৭৯ গুণ বেশী।

নেপচুনের ব্যাস।

নিম্ন লিখিত অনুপাতানুসারে প্রক্রিয়া করিলে নেপচুনের ব্যাস পরিমাণ করা যাইতে পারে। যথা,

অ

নেপচুনের ব্যাস : পৃথিবী হইতে নেপচুনের অন্তর : : নেপচুনের গরিষ্ঠ দৃশ্যমান ব্যাস (বিকলায়) : ২.৬২৬৫″।

যখন পৃথিবী সূর্য্য ও নেপচুনের সমসূত্রে অবস্থিতি করে, তখন নেপচুনের দৃশ্যমান ব্যাস ২″.৭০, এবং তৎকালে পৃথিবী হইতে নেপচুনের অন্তর সূর্য্য হইতে পৃথিবীর অন্তর অপেক্ষা ২৯.০৩৬২৮ গুণ বেশী।

তন্নিমিত্তে, নেপচুনের ব্যাসপরিমাণ =

$$\frac{২''.৭০}{২.৬২৬৫''} \times ২৯.০৩৬২৮ \times ১২০৩২ \times ৭৯১২$$

মাইল = ৩৬১৮৩ মাইল।

দ্বাদশ অধ্যায়।

কালবিভাগ ও পঞ্জিকা।

এক দিনের মধ্যাহ্নকাল হইতে পরদিনের মধ্যাহ্নকাল পর্য্যন্ত সময়কে প্রকৃত সৌর দিন কহে। উত্তম সূর্য্য-ঘড়ীর দ্বারা এই মধ্যাহ্নকাল নিরূপণ করিতে হয়। পৃথিবী নিজ কক্ষে সর্ব্বদা সমান বেগে গমন করে না, এবং রবিমার্গ নিরক্ষবৃত্তকে বক্রভাবে ছেদ করে; এই দুই কারণে প্রকৃত সৌর দিনের পরিমাণ সর্ব্বদা সমান থাকে না, কখন ২৪ হোরার অধিক, কখন ঠিক ২৪ হোরা, কখন বা তাহার ন্যূন হয়। ১লা নবেম্বরে প্রকৃত সৌর দিনমান ২৪ হোরা না হইয়া, ২৩ হোরা ৪৩′ ৪৫″ হয়, দিনমান ইহা অপেক্ষা কখন ন্যূন হয় না।

২৪ হোরা পরিমিত কালকে গড় সৌর দিন কহে। ইহার হ্রাস বৃদ্ধি নাই। সুনির্ম্মিত ঘড়ী দ্বারা এইদিনের মান নিরূপিত হয়। বৎসরের মধ্যে প্রকৃত সৌরদিন ও গড় সৌরদিনের সংখ্যা সমান; কিন্তু প্রকৃত সৌরদিনমান সর্ব্বদা সমান না থাকাতে কখন সূর্য্য ঘড়ী, কখন ক্লকঘড়ী, শীঘ্র চলে বলিয়া বোধ হয়। যখন ক্লক ঘড়ী সূর্য্য ঘড়ী

অপেক্ষা শীঘ্র চলে তখন প্রকৃত সৌরদিনের পরিমাণ ২৪ হোরার অধিক হয়। এবং যখন সূর্য্য ঘড়ী ক্লক ঘড়ী অপেক্ষা শীঘ্র চলে তখন প্রকৃত সৌর দিনমান ২৪ হোরার ন্যূন হয়। ১৫ই এপ্রেল, ১৪ই জুন, ৩১শে আগস্ট এবং ২৪শে ডিসম্বরে প্রকৃত সৌরদিনমান প্রায়ই ২৪ হোরা পরিমিত হয়। অতএব উক্ত চারি দিনের কালসমীকরণ* শূন্য।

এক দিবস যে সময়ে মাধ্যাহ্নিক রেখার উপর কোন স্থির তারকা দৃষ্ট হয় সেই সময় অবধি, পরদিবস সেই রেখার উপর যখন তাহাকে দেখাযায় সেই সময় পর্য্যন্ত যে কাল তাহাকে নাক্ষত্রিক দিন কহে। নাক্ষত্রিক দিনের পরিমাণ ২৩ হোরা ৫৬ মিনিট ৪ সেকণ্ড। পৃথিবী নিজ মেরুদণ্ড অবলম্বন করিয়া এই সময়ে একবার পরিভ্রমণ করে। যদি পৃথিবীর আর কোন গতি না থাকিত তবে ২৩ হোরা ৫৬ মিনিট ৪ সেকণ্ডই দিবসের পরিমাণ হইত। কিন্তু পৃথিবী যে সময়ের মধ্যে আপন মেরুদণ্ডের চারিদিকে একবার পরিভ্রমণ করে সেই সময়ে নিজ কক্ষে পূর্ব্বাভিমুখে প্রায় এক অংশ অগ্রসর হয়; সুতরাং যে স্থানের মাধ্যাহ্নিকের উপর সূর্য্যকে এক দিবস দৃষ্ট হইবে পর দিবস সেই স্থানেরই মাধ্যাহ্নিকের উপর যে তাহাকে দৃষ্ট হইবে এমত সম্ভাবনা; কারণ উক্ত সময়ে পৃথিবী নিজ কক্ষে প্রায় এক অংশ পূর্ব্বদিকে গমন করি-

---

* উক্ত সূর্য্য ঘড়ী ও ক্লক ঘড়ী দ্বারা অবধারিত দুই প্রহর বেলার যে অন্তর তাহাকে কাল সমীকরণ কহে।

য়াছে। অতএব পৃথিবী মেরুদণ্ড অবলম্বন করিয়া একবার সম্পূর্ণ পর্য্যাবর্ত্তন করিয়া আরও কিঞ্চিৎ পর্য্যাবর্ত্তন না করিলে সূর্য্য পূর্ব্বোক্ত মাধ্যাহ্নিকের উপর দৃষ্ট হয় না, এজন্য সূর্য্য একবার এক স্থানের মাধ্যাহ্নিকের উপর দৃষ্ট হইলে পর প্রায় ২৪ হোরা অতীত না হইলে পুনর্ব্বার সেই মাধ্যাহ্নিকের উপর দৃষ্ট হয় না।

কোন বিষুবপদের উপর হইতে সূর্য্য রবিমার্গে পরিভ্রমণ করিতে আরম্ভ করিয়া পুনরায় সেই বিষুবপদের উপর আসিতে তাহার যে সময় লাগে তাহাকে সৌর বৎসর কহে। এই বর্ষের পরিমাণ ৩৬৫ দিন ৫হোরা ৪৯ মিনিট এবং ৪৮সেকণ্ড। আর উক্ত বিষুবপদের সমতল কোন স্থির নক্ষত্রের নিকট হইতে ভ্রমণ করিতে আরম্ভ করিয়া সেই নক্ষত্রের নিকট প্রত্যাবর্ত্তন করিতে সূর্য্যের যে সময় লাগে তাহাকে নাক্ষত্রিক বর্ষ কহে। এই বর্ষের পরিমাণ ৩৬৫ দিন ৬ হোরা ৯ মিনিট এবং ১২ সেকণ্ড। অতএব সৌর বর্ষের পরিমাণ অপেক্ষা নাক্ষত্রিক বর্ষের পরিমাণ ২০ মিনিট ২৪ সেকণ্ড অধিক। তদ্দ্বারা প্রতীত হইতেছে যে সূর্য্যের প্রথম গমনকালীন উক্ত নক্ষত্র ও বিষুবপদ সমতল স্থিত ছিল, কিন্তু সূর্য্যের প্রত্যাবর্ত্তন কালে বিষুবপদ কিঞ্চিৎ পশ্চিমদিকে অপসৃত হইয়া পড়ে। বিষুবপদের পশ্চিমাভিমুখে এই অপসরণকে উহার পুরোগমন কহে। বস্তুতঃ সে পুরোগমন নহে পশ্চাদ্গমন; কেনন৷ রাশিগণের মধ্যে সূর্য্যের গতি পূর্ব্বাভিমুখী বোধ হয়। বিষুব পদদ্বয়ের উক্ত গতির পরিমাণ সংবৎসরে সপাদ ৫০ বিকলা।

অতএব ২৫,৭১১ বৎসরে বিষুবপাদদ্বয় একবার পৃথিবীর চতুর্দ্দিক পরিভ্রমণ করিয়া স্ব২ স্থানে পুনরাগমন করে।

একবার সূর্য্যোদয় হইতে পুনর্ব্বার সূর্য্যোদয় পর্য্যন্ত কালকে সাবন দিন কহে। আপাততঃ লোকের মনে হয় সাবন দিনের পরিমাণ চিরকাল সমান থাকে; বাস্তবিক তাহা নয়, প্রত্যহ উহার পরিবর্ত্তন হইয়া থাকে। কিন্তু অনেক সাবন দিনের পরিমাণ দেখিয়া একটা গড় পরিমাণ স্থির করা যাইতে পারে. সেই গড় পরিমাণকে আমরা মধ্য সাবন দিন বলিয়া উল্লেখ করিব।

ইউরোপীয় জ্যোতির্ব্বেত্তারা স্থির করিয়াছেন যে প্রায় ৩৬৫ মধ্য সাবন দিন ৫ হোরা ৪৮ মিনিট ৪৯ $\frac{1}{2}$ সেকণ্ডে সূর্য্য বলয়রেখা বা রবিমার্গ প্রদক্ষিণ করিয়া পুনর্ব্বার পূর্ব্ব স্থানে প্রত্যাবৃত্ত হয়, এবং তদবধি ঋতুরও পূর্ব্ববৎ পুনরাবর্ত্তন আরম্ভ হয়। অতএব ৩৬৫ মধ্য সাবন দিন ৫ হোরা ৪৮ মিনিট ৪৯ $\frac{1}{2}$ সেকণ্ড পরিমিত কালই বৎসরের প্রকৃত পরিমাণ। কিন্তু সাধারণো যে ৩৬৫ দিনে বৎসর গণনা করিয়া থাকে তাহা বৎসরের প্রকৃত মান নহে এবং ঐ রূপ গণনা করিলে যে ফলের ব্যত্যয় হইবে ইহা বলা বাহুল্য। যদি বর্ত্তমান বৎসরের বৈশাখ মাসের প্রথম দিনের সূর্য্যোদয় কাল হইতে বৎসর গণনা আরম্ভ হয় তবে আগামী বর্ষের বৈশাখ মাসের প্রথম দিবসের প্রাতঃকালেই বৎসর পূর্ণ হইবে না, ঐ দিন প্রায় মধ্যাহ্ন সময়ে এক বৎসরকাল পূর্ণ হইবে। সুতরাং সেই সময়াবধি নূতন বৎসর আরম্ভ হইবে। যদি শুদ্ধ ৩৬৫ দিনে বৎসর পূর্ণ হয় তবে চারি

সরের শেষে গণনা ফলে প্রায় এক দিনের ভুল হইবে এবং ক্রমে বৈশাখ মাসের ২ রা ৩ রা ইত্যাদি এমন কি জ্যৈষ্ঠ আষাঢ় প্রভৃতি মাসেও বৎসরের প্রথম দিন আরম্ভ হইবে। এই ভ্রম নিরাকরণার্থ পঞ্জিকাকারেরা যে ২ উপায় উদ্ভাবিত করিয়াছেন তাহা এক্ষণে উক্ত হইতেছে।

ইঙ্গরেজী পঞ্জিকাকারেরা যে রূপে ঐ ভুলের নিরাকরণ করিয়া থাকেন তাহাই আমরা সর্ব্বাগ্রে বর্ণন করিতেছি। সজে জেনিস নামক একজন জ্যোতির্ব্বেত্তার সাহায্যে জুলিয়স সিজর পঞ্জিকার উক্ত দোষ প্রথম সংশোধন করেন। তিনি দেখিলেন সাধারণ গণনাতে চারি বৎসরে এক দিন ভুল হইয়া থাকে, অতএব তিনি আদেশ করিলেন যে এখন অবধি প্রতি চতুর্থ বৎসরে ৩৬৫ দিন না ধরিয়া ৩৬৬ দিন ধরিতে হইবে, তাহা হইলে চারি বৎসরে যে এক দিনের ভুল হইয়া থাকে তাহা সংশোধিত হইবে। তদনুসারে অদ্যাপি প্রতি চতুর্থ বৎসরে ফেব্রুয়ারি মাসের এক দিন বৃদ্ধি হইয়া থাকে। ইঙ্গরেজী ভাষায় ঐ বৎসরকে "লীপ" ইয়ার কহে। বাঙ্গলায় আমরা উহাকে বৃদ্ধি বর্ষ বলিয়া উল্লিখিত করিব।

কিন্তু সিজরের সময় বৎসরের প্রকৃত পরিমাণ স্থির হয় নাই সুতরাং তৎকৃত সংশোধনের পুনঃ সংশোধন আবশ্যক হইয়া উঠিয়াছে। আমরা পূর্ব্বে বলিয়াছি যে বৎসরের প্রকৃত পরিমাণ ৩৬৫ দিন ৫ হোরা ৪৮ মিনিট ৪৯ $\frac{১}{২}$ সেকণ্ড, অতএব ৪ বৎসরের শেষেও ঠিক এক

দিনের ভুল হইয়া থাকে এমত নহে। কিন্তু সিজর কৃত সংশোধনানুসারে ৩৬৫ দিন ৬ ঘোরায় বৎসর ধরা হইয়াছিল, সুতরাং তাঁহার মতে গণনা করিলে বৎসরে প্রায় ১১ মিনিট ১০ সেকণ্ড ভুল হয়; অতএব তাঁহার পূর্ব্বে যেমন বৎসরের পরিমাণ অল্প ধরা হইত তাহার সংশোধনের পরে আবার বৎসরের পরিমাণ কিঞ্চিৎ অধিক ধরা হইতে লাগিল। এরূপ সূক্ষ্ম ভুল আপততঃ অগ্রাহ্য বোধ হইতে পারে বটে কিন্তু বহু কাল পরে এই সূক্ষ্ম ভুল বিলক্ষণ স্থূল হইয়া উঠে; কারণ এরূপ গণনায় ১২৯ বৎসরে ১ দিনের, ৩৮৭ বৎসরে (প্রায় ৪০০ বৎসরে) তিন দিনের এবং হাজার বৎসরে ৮ দিনের ভুল হইয়া পড়ে। অতএব ঐ ভুল সংশোধন করাও নিতান্ত আবশ্যক হইয়া উঠিল।

১৫৮২ খৃঃ অব্দে পোপ গ্রেগরি ঐ ভুল সংশোধন করেন। তিনি দেখিলেন যে প্রতি চতুর্থ বৎসর বৃদ্ধি বর্ষ ধরিলে ৪০০ বৎসরে প্রায় তিন দিন (৩.১০৪) অধিক ধরা; হয় অতএব প্রতি ৪০০ বৎসরে যদি ৩ দিন ত্যাগ করা যায় তাহা হইলে ঐ ভুলের নিরাকরণ হইতে পারে। জুলিয়স সীজরের সংশোধনানুসারে ১৬০০ অব্দ হইতে ২০০০ অব্দ পর্য্যন্ত এই ৪০০ বৎসর কাল মধ্যে ১০০ বৃদ্ধি বর্ষ হয়; গ্রেগরির মতে উক্ত কালের মধ্যে ৯৭ বৃদ্ধি বর্ষ হয়, তাহা হইলেই উক্ত তিন দিনের ভুল সংশোধিত হয়, কিন্তু ৪০০ বৎসরের মধ্যে কোন্২ বৎসর বৃদ্ধি বর্ষ বলিয়া পরিগণিত হইবে তাহা জানিবার উপায় নির্দ্ধারিত করা উচিত। জুলিয়সের মতানুসারে গণনা করা সহজ অর্থাৎ ৪০০

বৎসরে ১০০ বৎসর বৃদ্ধি বর্ষ ধরা [illegible]
কিন্তু ১৭ বৎসরের গণনা তাদৃশ সহজ নহে। [illegible]
উক্ত হইয়াছে যে, যে অব্দবাচক সংখ্যা ৪ এই সংখ্যার
ভাজ্য সেই অব্দকেই বৃদ্ধি বর্ষ ধরিতে হয়, অতএব
৪০০ বৎসর মধ্যে ঐ নিয়মটী তিনবার লংঘন করিলেই
অভীষ্ট সিদ্ধি হইতে পারে। কিন্তু কোন্ তিনবার
লংঘন করিতে হইবে?।

জুলিয়স সীজরের মতে ১৬০০, ১৭০০, ১৮০০,
১৯০০ এই সমুদায় অব্দই ৩৬৬ দিনে হইয়া থাকে,
যেংহেতু ঐ সকল সংখ্যাই ৪ সংখ্যার ভাজ্য, কিন্তু
শত বাচক সংখ্যা গুলি অর্থাৎ ১৬, ১৭, ১৮, ১৯,
সকলেই উক্ত সংখ্যার ভাজ্য নহে, কেবল একটীমাত্র
ভাজ্য, অপর তিনটী ভাজ্য নহে; অতএব যদি এই
নিয়ম স্থির করা যায় যে, যে শতাব্দের সংখ্যা (যেমন
১৭০০ শতাব্দের সংখ্যা ১৭) ৪এর ভাজ্য নহে সেই শতাব্দ
স্থলে সিজরের নিয়ম লংঘন করিতে হইবে, তাহা হইলে
৪০০ বৎসর মধ্যে তিন দিন পরিত্যক্ত হইতেছে।
এই নিয়মে ১৬০০, ২০০০ অব্দ ৩৬৬ দিনে কিন্তু
১৭০০, ১৮০০, ১৯০০, ২১০০, ২২০০ ইত্যাদি ৩৬৫
দিনে ধরিতে হইবে।

ইঙ্গরেজী পঞ্জিকাকারের নিয়মে তিন বৎসর অন্তর
৩৬৬ দিনে বৎসর ধরিতে হয়। আর শতাব্দের সময়
যখন শতবাচক অঙ্ক চারির ভাজ্য হয় তখন ৩৬৬
দিনে বৎসর ধরিতে হয়।

অস্মদ্দেশীয় পঞ্জিকাকারেরাও জুলিয়স্ সিজরের মত ভ্রম
প্রমাদে পতিত হইয়াছেন; কারণ অস্মদ্দেশীয় গণকেরা

বৎসর ধরিবার সময় শুদ্ধ ৩৬৫ দিন ১৫ দণ্ড ধরিয়াই গণনা করেন, সুতরাং উহা প্রকৃত বৎসর অপেক্ষা ১১ মিনিট ১০ সেকণ্ড মাত্র অধিক হয়। এই রূপ গণনা করাতে আমাদের পঞ্জিকাতেও তিন বৎসর অন্তর ৩৬৬ দিনে বৎসর হয়,তবেই জুলিয়স সিজরের যে ভুল হইয়াছিল আমাদেরও অবিকল সেই ভুল হইতেছে।

এইক্ষণে গ্রেগরির ন্যায় কত আমাদিগের দেশীয় পঞ্জিকা সংশোধিত না করিলে ক্রমে নানা প্রকার গোল-যোগ হইবার সম্ভাবনা। আমাদের দেশীয় পঞ্জিকাতে ২১এ মার্চ্চ বাঙ্গালা ১০ই চৈত্র দিবা রাত্রি সমান লিখিত থাকে। সুতরাং চৈত্র মাসের সংক্রান্তির সময় প্রকৃত বিষুব সংক্রান্তি না হইয়া চৈত্র মাসের ১০ই ১১ই তাহা ঘটিয়া থাকে। বোধ হয় পূর্ব্বে বৈশাখের প্রথম দিনে দিবা রাত্রি সমান ছিল, অর্থাৎ প্রকৃত বিষুব সংক্রান্তির সময় হইতে আমাদের বৎসর গণনা আরম্ভ হইয়াছিল; কিন্তু কাল সহকারে গণনা দোষে এইক্ষণে আর বৈশাখ মাসের প্রথমে প্রকৃত বিষুব সংক্রান্তি হয় না। প্রকৃত বিষুব সংক্রান্তির এইক্ষণে চৈত্র মাসের ১০ই উপস্থিত হইয়াছে। এইক্ষণে মহাবিষুব সংক্রান্তি প্রকৃত বিষুব সংক্রান্তি ২০ দিন পরে উপস্থিত হইয়াছে, এবং উত্তরোত্তর আরো দূরবর্ত্তী হইবে। সুতরাং ক্রমে সকল ঋতুতেই মহাবিষুব সংক্রান্তির সঞ্চার হইবে।

সম্পূর্ণ।

ইঙ্গরেজী প্রতিশব্দ সহিত

পারিভাষিক শব্দ।

অংশ	Degree.
অক্ষ	Latitude.
অক্ষদণ্ড বা মেরুদণ্ড	Axis.
অক্ষবৃত্ত বা অক্ষসমান্তরাল	Parallels of Latitude.
অধিত্যকা	Table Land.
অধিশ্রয়	Focus.
অধোবিন্দু	Nadir.
অনিশ্চিতরাশি বা বিষমরাশি	Negative quantity.
অনুপাতীয়	Proportional.
অনুপ্রবেশ	Reflection.
অনুবীক্ষণ	Microscope.
অন্তরস্থ গ্রহ	Interior Planets.
অন্তর্হিত নক্ষত্র	Temporary stars.
অর্দ্ধবৃত্ত বা বৃত্তার্দ্ধ	Semicircle.
অবনতি	Inclination.
অবশিষ্ট	Complement.
অব্যক্তরাশি	Unknown quantity.

অয়নান্তবৃত্ত	Tropical Circles.
অসীম	Indefinite.
আঘাত	Action.
আংশিক বা খণ্ডগ্রহণ	Partial Eclipse.
আবর্ত্তন	Rotation.
আয়তন সমষ্টি	Quatitity of matter.
আহ্নিক গতি, দৈনিক গতি বা প্রাতিদৈবসিক গতি	Diurnal motion.
উপচ্ছায়া	Penumbra.
উত্তর বা কর্কট অয়নান্তবৃত্ত	Tropic of cancer.
উত্তর মেরু বা সুমেরু	North pole.
উত্তর মেরুবৃত্ত	Arctic Circle.
উত্তরায়ণ	Northern solstice.
উন্নতি	Altitude.
উপগ্রহ বা পারিপার্শ্বিক	Satellites or Secondary Planets.
উপত্যকা	Valley.
উর্দ্ধতম	Maximum.
কনিষ্ঠ গ্রহ	Inferior Planets.
কটাল	Spring tide.
কটিবন্ধ	Belt.
কর্ণরেখা	Diagonal.
কলা	Minute.
কলা	Phase.
কল্পিত	Imaginary.
কক্ষ	Orbit.

কাল সমীকরণ	Equation of Time.
কুমেরু বা দক্ষিণ মেরু	South Pole
কুমেরু-সমুদ্র	Antarctic Ocean.
	(পৃথিবীর দক্ষিণ কেন্দ্র চতুর্দ্দিকবর্ত্তী সমুদ্র)
কেন্দ্র	Centre.
কেন্দ্রবিভিন্নতা	Eccentricity.
কেন্দ্রাপসারণী-শক্তি বা কেন্দ্র-বিমুখ বল	Centrifugal Force.
কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি বা কেন্দ্রাভিমুখ বল	Centripetal Force.
কোণ	Angle.
কোণমান-যন্ত্র	Protractor.
কেন্দ্রীয় পূর্ণগ্রহণ	Central Total Eclipse.
ক্রান্তি	Declination.
ক্রান্তিবৃত্ত	Ecliptic.
ক্রোড়স্থ কোণ	Supplemental angle.
খগোলক	Celestial Sphere.
খগোল বিবরণ	Astronomy.
গতিফল	Resultant.
গরিষ্ঠ	Greatest.
গরিষ্ঠ ব্যাস	Major Axis.
গড় সৌরদিন	Mean Solar day.
গুণফল	Product.
গুরুত্ব	Specific Gravity.
গোলকার্দ্ধ	Hemisphere.
গ্রীষ্মমণ্ডল	Torrid Zone.

ঘন	Cube.
ঘর্ষণ	Friction.
চক্রবাল বা দিগ্বলয়	Horizon.
চক্রবালীয় লম্বন	Horizontal Parallax.
চক্রাবর্ত্ত	Curvilineal motion.
চতুর্ভুজ	Quadrilateral.
চাপ, বৃত্তপরিধিখণ্ড বা বৃত্তাংশ	Arc.
চান্দ্রমাস	Lunar month.
চিত্রক্ষেত্র বা প্রতিকৃতি	Figure.
চৌম্বক শলাকা	Magnetic needle.
ছায়া পথ	Milky-way.
ছোট ভালুক	Ursa Minor.
জ্যেষ্ঠ	Superior.
জ্যোতিষ্কগণ	Heavenly bodies.
জ্যোতিষ্মান	Luminous.
জ্যোতিষিক বৃত্তযন্ত্র	Astronomical Circle.
ট্রান্সিট যন্ত্র	Transit Instrument.
তলরেখা	Base line.
তাড়িত বায়ু	Electric air.
তালিকা	Table.
তেজ কটাল	Spring tide.
ত্রিকোণমিতি	Trigonometry.
ত্রিভুজ	Triangle
তির্য্যক্	Oblique
দর্শনকূপ	Sight-holes

দক্ষিণ বা মকর অয়নান্তবৃত্ত	Tropic of capricornus
দক্ষিণ মেরুবৃত্ত	Antarctic Circle
দক্ষিণায়ন	Southern Solstice
দিগ্দর্শন যন্ত্র	Compass
দূরকক্ষ (পৃথিবীর)	Aphelion.
দূরকক্ষ (চন্দ্রের)	Apogee.
দূরবীক্ষণ	Telescope.
দৃশ্যমান	Sensible or Apparent.
দৃষ্টিবিজ্ঞান	Optics.
দোলন,	Vibration
দ্রাঘিমা	Longitude.
ধরাতল	Surface.
ধ্রুবতারা	Pole star.
নক্ষত্রপুঞ্জ	Constellation.
নাবিকপঞ্জিকা	Nautical Almanac.
নাক্ষত্রিক ঘটিকাযন্ত্র	Siderial clock.
নাক্ষত্রিক দিন	Siderial day.
নাক্ষত্রিক বর্ষ	Siderial year.
নিকট কক্ষ (পৃথিবীর)	Perihelion.
নিকট কক্ষ (চন্দ্রের)	Perigee.
নির্দ্দিষ্ট	Given.
নিরক্ষবৃত্ত	Equator.
নিশ্চিতরাশি বা সমরাশি	Positive quantity.
নিষ্কাশন	Describe.
নিষ্পত্তি	Ratio.
নিষ্প্রভ	Opaque.

নূতন পৃথিবী	New World.
(আমেরিকাখণ্ড ও তৎসমীপবর্ত্তী দ্বীপ সমূহের সমষ্টি নাম)	
পরমাণু	Particle.
পদার্থতত্ত্ববিৎ	Natural Philosopher.
পরিতোবাসী*	Perioci.
পরিদোলক	Pendulum.
পরিধি	Circumference.
পর্য্যবেক্ষণিকা	Observatory.
পাত	Node
পাদবিপক্ষবাসী	Antipodes.
পূর্ণগ্রহণ	Total Eclipse.
প্রকৃত চক্রবাল	True Horizon.
প্রকৃত সৌরদিন	True Solar day.
প্রতিঘাত	Reaction.
প্রতিজ্ঞা	ropositionP.
প্রত্যুষ	Morning Twilight.
প্রদর্শক	Pointer.
প্রদোষ	Evening Twilight.

* যে দুই স্থানের একই অক্ষ কিন্তু দ্রাঘিমান্তর ১৮০°, সেই দুই স্থানবাসী লোককে পরস্পর পরিতোবাসী কহে। ইহাদের একের যখন মধ্যাহ্ন তখন অপরের নিশীথ, কিন্তু ইহাদের দিনমান সমান এবং একের যখন যে ঋতু অন্যেরও তখন সেই ঋতু। যদি মেরুদ্বয়ে লোকের বসতি থাকে তবে তাহাদিগের পরিতোবাসী নাই।

প্রশান্ত মহাসাগর	Pacific ocean.
(চীনদেশ ও আমেরিকা খণ্ডের মধ্যস্থ [illegible])	
প্রাচীন পৃথিবী	Old world.
আসিয়া, আফরিকা, ইউরোপ এবং (তন্নিকটস্থ দ্বীপ সমূহের নাম)	
প্রাঁচীরী বৃত্তপাদ যন্ত্র	Mural quadrant.
প্রাথমিক মাধ্যাহ্নিক	First meridian.
প্রক্ষেপিকাশক্তি	Propelling force.
ফল	Value.
ফলিত জ্যোতিষ	Astrolgy.
বক্র	Curve.
বক্রীভবন	Refraction.
বড় ভালুক	Ursa major.
বন্ধুর *	Rough.
বর্গ	Square.
বহিঃস্থ গ্রহ	Exterior Planet.
বান	Bore.
বার্ষিক গতি	Annual motion.
বিকলা	Second.
বিজ্ঞান	Philosophy.
বিন্দু বা স্থান	Point.

* বন্ধুরত্ব। কোন দ্রব্যই সর্বতোভাবে সমতল নহে। যাহাকে অতি মসৃণ বোধ হয় তাহাকেও অণুবীক্ষণ দিয়া দেখিলে অত্যন্ত বন্ধুর দেখায়। [illegible] পরমাণু সমস্ত যদি [illegible] ভিন্ন ভিন্ন [illegible] থাকে [illegible] দ্রব্যের বন্ধুরত্ব গুণ জন্মে।

[illegible] সংযোগ	Superior conjunction.
বর্দ্ধিত গতি	Accelerated velocity.
বিম্ব	Disc.
বিয়োগ	Subtract.
বিলোম	Invert.
বিলোম-নিষ্পত্তি	Inverse ratio.
বিষুবপাত	Equinoctial point.
বিষুবপাতের পুরোগমন	Precession of the Equinoxes.
বিষুবরেখা	Equinoctial.
বীজগণিত	Algebra.
বৃত্ত	Circle.
বৃত্তপাদ	Quadrature.
বৃত্তপাদ যন্ত্র,	Quadrant.
বৃত্তাভাস	Ellipse.
বৃদ্ধি-বর্ষ	Leap year.
বৃহত্ত্ব	Magnitude.
বেগ	Velocity.
বেলা বা জোয়ার	Tide.
বেলোর্দ্ধ সীমা	High water
ব্যক্ত	Known
ব্যাস	Diameter.
ব্যাসাবর্ত্তন	Rotation on Axis.
ব্যাসার্দ্ধ	Radius.

৫। বিপরীত সংযোগ। যদি আমরা পৃথিবী পরে সূর্য্য [illegible] একপার্শ্বে [illegible] এবং [illegible] থাকে তাহা হইলে [illegible] অন্তর সেই [illegible] বিপরীত সংযোগ কহে।

ভগণকাল	Periodic time.
ভাগফল	Quotient.
ভাজ্য	Divisible.
ভারমধ্য	Centre of Gravity.
ভুজ	Side.
ভূগোলক	Terrestrial Sphere.
ভূমধ্যস্থ-সাগর	Mediteranean Ocean.
ভূঈষচ্ছায়া	Penumbra of the Earth.
মণ্ডল	Zone.
মধ্য, বা গড়	Mean.
মধ্য	Middle.
মরা কটাল	Neap tide.
মধ্যগ্রাস	Annular Eclipse.
মাধ্যাকর্ষণ*	Gravitation.
মধ্যান্তর	Mean distance.
মাধ্যাহ্নিক বা দ্রাঘিমা রেখা	Meridian or Line of Longitud.
মুখ্য চান্দ্রমাস	Moon's Synodic month.
মুকুর	Lens.
মিশ্রগতি	Compound motion.
মেরু	Pole.
মেরুঅন্তর	Polar Distance.
মেরুপ্রদেশ	Polar Region.
মেরুবৃত্ত	Polar Circles.

* মাধ্যাকর্ষণ — যে গুণ থাকাতে এক দ্রব্য [illegible] হইতে অন্য দ্রব্যকে আকর্ষণ করে তাহার নাম মাধ্যাকর্ষণ।

সমমণ্ডল	Temperate Zone.
সময়ান্তর	Difference of time.
সমসূত্রপাত†	Same plane or level.
সমক্ষেত্রফল	Equal Areas.
সমষ্টি	Sum.
সমান্তরাল	Parallel.
সমীকরণ	Equation.
সম্পাত	Intersection.
সম্মুখসংযোগ*	Opposition.
সম্মুখস্থ	Opposite.
সরল উত্থান	Right Ascension.
সাইন বা শরং¶	Sine.
সাগর গর্ভস্থ গিরি	Submarine rock.
সাবনদিন	Solar day.

† সমসূত্রপাত। পৃথিবী সূর্য্য ও অপর কোন গ্রহ বা উপগ্রহ যদি এরূপ সংস্থিত থাকে যে সূত্রপাত করিলে সকলে এক রেখাতে পতিত হয়, তাহা হইলে এরূপ সংস্থানকে সমসূত্রপাত কহে।

* সম্মুখসংযোগ। যদি প্রথম সূর্য্য পরে পৃথিবী ও তৎপরে কোন গ্রহ বা উপগ্রহ সমসূত্রে থাকে, তাহা হইলে ঐ গ্রহের সেই অবস্থানকে সম্মুখসংযোগ কহে।

¶ কোন চাপ বা বৃত্তাংশের কোন প্রান্ত হইতে যদি একটী রেখা এরূপ টানা যায় যে, তাহা অন্য প্রান্ত পর্য্যন্ত যে ব্যাসার্দ্ধ [illegible] হইবেক তাহার সহিত ঠিক লম্বভাবে থাকে, তাহা হইলে ঐ রেখাকে সাইন বা শরং কহে।

গণিতের চিহ্ন নিরূপণ।

= সমীকরণের চিহ্ন, ইহার নাম সমান।

+ তেরিজ কিম্বা সংকলনের চিহ্ন, ইহার নাম ধন।

− খরচ কিম্বা ব্যবকলনের চিহ্ন, ইহার নাম ঋণ।

× পূরণ বা গুণনের চিহ্ন, ইহার নাম গুণ। •

এই চিহ্নের পরিবর্ত্তে কখন, এক বিন্দুও লেখা যায়।

গুণ করণে যদি এক রাশি অনেকবার উক্ত হয় তবে যতবার উক্ত হয় তত সংখ্যক অঙ্ককে ঐ রাশির উপরে চিহ্নিত করিলে ফল ব্যক্ত হইবে; যথা ৩×৩ কিম্বা ৩২।

÷ হরণ বা ভাগের চিহ্ন, ইহার নাম হর বা হরণ।

: :: : অনুপাতের চিহ্ন।

√ মূলজ্ঞ চিহ্ন।

( ) ইহার নাম বেড় কিম্বা বন্ধনী।

∴ এই চিহ্নদ্বারা তারিমিত্ত বা অতএব বুঝায়।

. দশমিক চিহ্ন।

* বর্গমূল ত্রিঘাতমূল বা চতুর্ঘাতমূল বুঝাইতে হইলে উহার মুখভাগে ২, ৩ বা ৪ নিবেশিত হয় যথা,